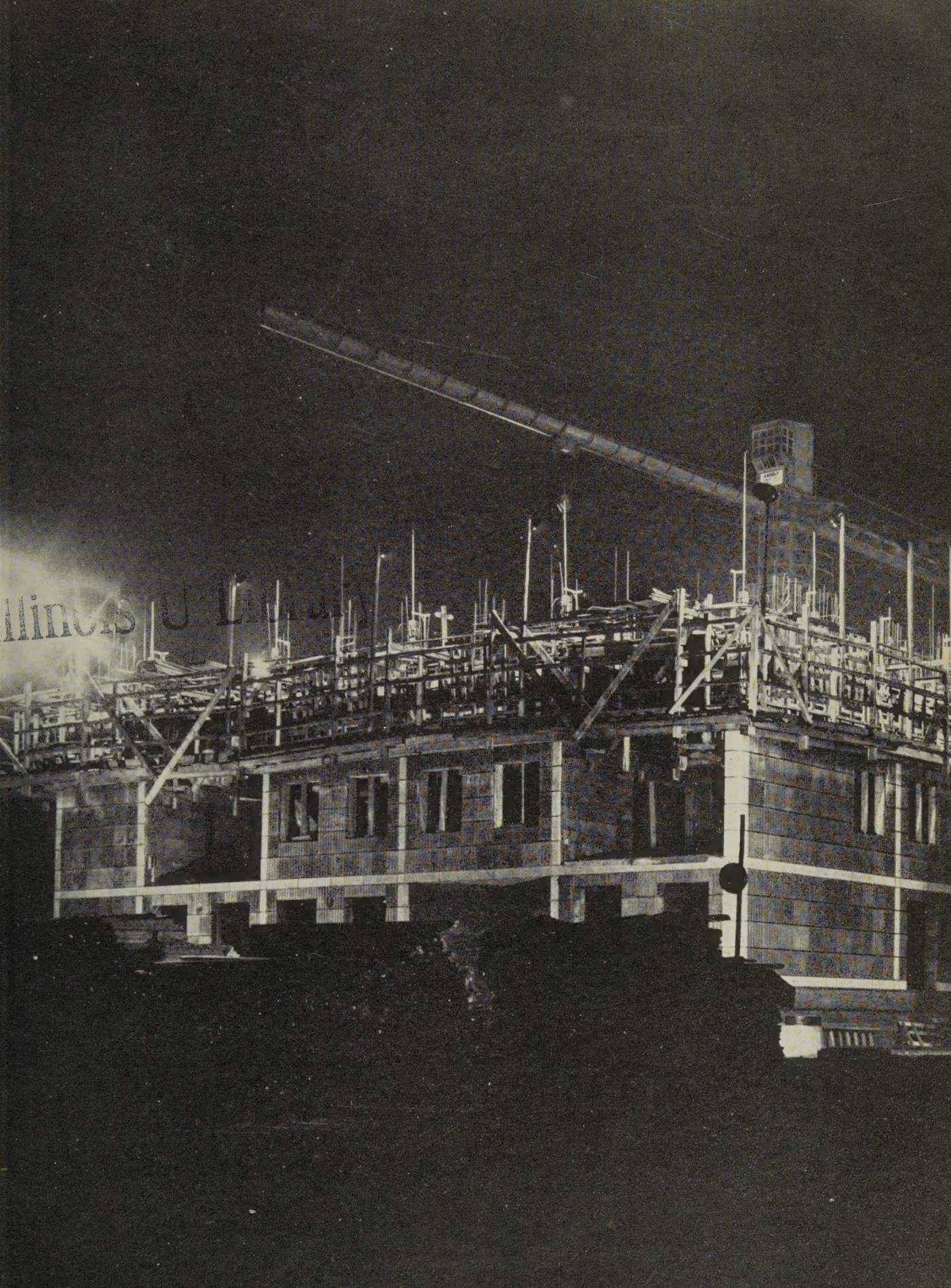




B4 BYGGMÄSTAREN

1952 byggnadsteknik

Det är ofta ett

Problem

att ernå

**fullgod grund-
mursisolering**

Horisontell krönavskärning:

ca 5 cm Silix-betong i blandningsförhållandet 1:2:2 med väl graderat material, största singelstorlek ca 10 mm. Silix I-åtgången utgör vid $\frac{1}{2}$ m tjock mur ca 0,3 kg/lpm grundmur.

Vertikal utvändig isolering.

2 påkast om vardera 3—4 mm Silix-bruk i bland.-förh. 1:1½ med väl graderad sand, största kornstorlek 2 mm. Sista påkastet avjämnas med slamborste. Silix I-åtgången utgör ca 0,3 kg/kvm.

Horisontell fotavskärning:

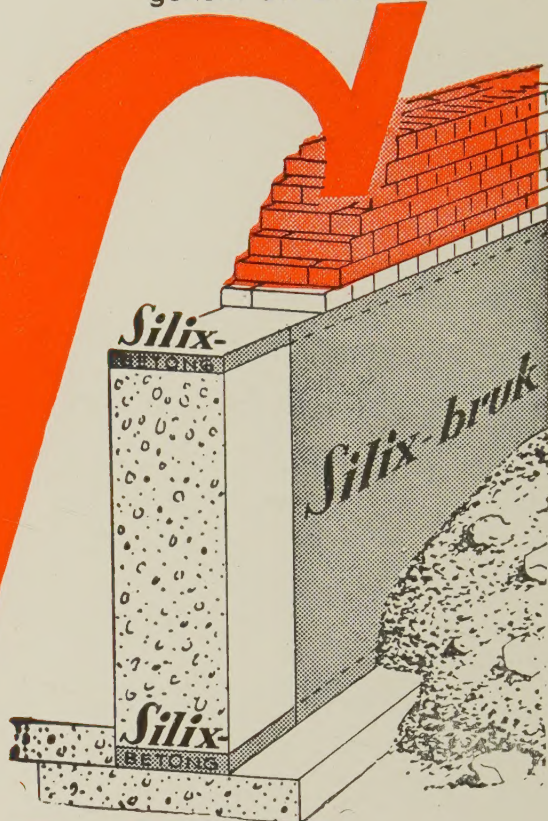
såsom krönavskärning enligt ovan.

Med ovan skisserade metod erhålles en oöm, effektiv och beständig isolering, som förenar ett lätt utförande med en låg kostnad.

Det finns alltid en

God lösning

genom att använda



Silix

cementtillsatsmedel

INGENIÖRSFIRMAN PEHR ENGWALL AB

Specialfirma för isoleringsteknik. Nybrokajen 7, Stockholm. Tel. 21 07 15, 21 07 20

AUKTORISERADE FÖRSÄLJARE OCH NEDERLAG:

Dickson & Sjöstedt KB, Göteborg
Herbert Björling AB, Malmö
AB A. Huse & Co, Karlstad
O. Svengren & Co AB, Eskilstuna
E. Appelqvist AB, Falun
AB G. Haak, Västervik
AB Reinhold Rylander, Jönköping
AB N. J. Bäcklund, Umeå

AB Kolimporten-Laurents, Sundsvall
Västerås Nya Murbruks AB,
Västerås
AB Ludvig Lundins Järnaffär,
Katrineholm
AB Wolrath & Co, Uppsala
AB J. P. Hård, Östersund
AB Bröd. Wästberg, Hudiksvall

Byggnadssvaru AB Sylvan & Qvibelius,
Hälsingborg
AB John Utterström, Skellefteå
Nordemalm & Co, Örebro
Bröd. Larsson, Linköping AB,
Linköping
AB Fahlström & Co, Gävle
AB P. Janson & Co, Norrköping

Organ för Stockholms Byggnadsförening och Svenska Arkitektföreningen, avd. av Svenska Teknologföreningen. Adress: Byggmästaren, Kungsgatan 32, Stockholm. Tel. 23 31 05. Postgiro 3124.

Redaktörer: Civilingenjör svr Gunnar Essunger och arkitekt sar Tore Virke. Redaktionssekreterare: Arkitekt sar Hillevi Svedberg.

Redaktionskommitté: Arkitekt sar Hakon Ahlberg, civilingenjör svr Harry Bernhard, arkitekt sar Holger Blom, civilingenjör svr Gösta Lundin, arkitekt sar Torbjörn Olsson och ingenjör Ernst Wohlin.

Redaktionsombud: Dir. Victor Bährner och länsarkitekt Ebbe Borg, Malmö samt arkitekter sar Gunnar Hoving och Per-Olof Klang Göteborg.

Ansvarig utgivare: Arkitekt sar Moje Bergström. I tidskriften gjorda uttalanden stå för författarnas räkning och äro endast om så anges att anse som uttryck för ståndpunktstagande av någon av de föreningar, som utge tidskriften.

Byggmästaren utkommer med 24 nummer om året. 12 nummer behandlar arkitektur och 12 nummer byggnadsteknik.

Prenumerationspriser för helår:

	Sverige Danmark Finland Norge	Övriga utlandet
Endast lösnummer upplaga A + B (24 nummer)	30: —	45: —
Endast lösnummer upplaga A (12 nummer) Arkitektur	20: —	33: —
Endast lösnummer upplaga B (12 nummer) Byggnadsteknik ..	20: —	33: —
Lösnummer + klotband upplaga A + B	45: —	55: —
Lösnummer + hfr. band upplaga A + B	55: —	65: —

Statens Kommitté för Byggnadsforskning:

Rapport Nr 24

UTVÄNDIG MÅLNING AV TRÄ

Diskussionsinlägg vid en konferens
den 26 februari 1951

Pris Kronor 3: —

Meddelande Nr 18

BYGGNADSTEKNISK LJUSEKONOMI

Economics of Interior Lighting with Special
Reference to Building Constructions
With a Summary in English
av Harry Kreuger

Pris Kronor 5: —

Meddelande Nr 19

OM BROBÅGARS STABILITET I VERTIKALPLANET

On Vertical Stability of Bridge Arches
With a Summary in English

Av Sven G. Bergström

Pris Kronor 9: —

Broschyr Nr 1

FÖNSTER

Dimensionering för dagsljus
av Gunnar Pleijel

Pris Kronor 1: —

Broschyr Nr 2

VÄGGFORMAR FÖR BOSTADSHUS

av Mejse Jacobsson

Pris Kronor 1: —

Rekvireras i bokhandeln eller direkt från

BYGGMÄSTAREN

FÖRLAGSAVDELNINGEN

Kungsgatan 32, Stockholm Postgiro 3124

31 ÄRGÅNGEN

INNEHÅLL

25 APRIL 1952

DK 624.001.5

WÄSTLUND, GEORG: *Den moderna forskningens inflytande på byggnadskonstruktionernas utformning.* Byggmästaren 31 (1952) nr B 4, sid. 65—74.

Den konstruktiva utformningen av en byggnad är till väsentlig del en funktion av kunskapen om material och statik. Denna kunskap ändras fortlöpande på grund av a) upptäckter, b) uppfinningar, c) vetenskaplig forskning och d) praktiska erfarenheter. Sambandet mellan praktik och byggnadsvetenskap är fortfarande otillfredsställande. Det kapital, som investeras i byggnader är ofantligt, i vissa länder upp till 15—20 % av den årliga nationalinkomsten. Det är därför av stor vikt, att man väl utnyttjar utvecklingen inom vårt vetande, avseende nya upptäckter, uppfinningar, forskningsresultat och praktiska erfarenheter för att ernå ekonomiska konstruktioner och därigenom minska byggnadskostnaderna.

DK 624.012.4: 728.2

RÖHFORS, HOLGER: *Bostadshus av betong.* Byggmästaren 31 (1952) nr B 4, sid. 75—81.

Historik samt några synpunkter på tänkbar utveckling.

DK 69.057.7: 624.025.2 (73)

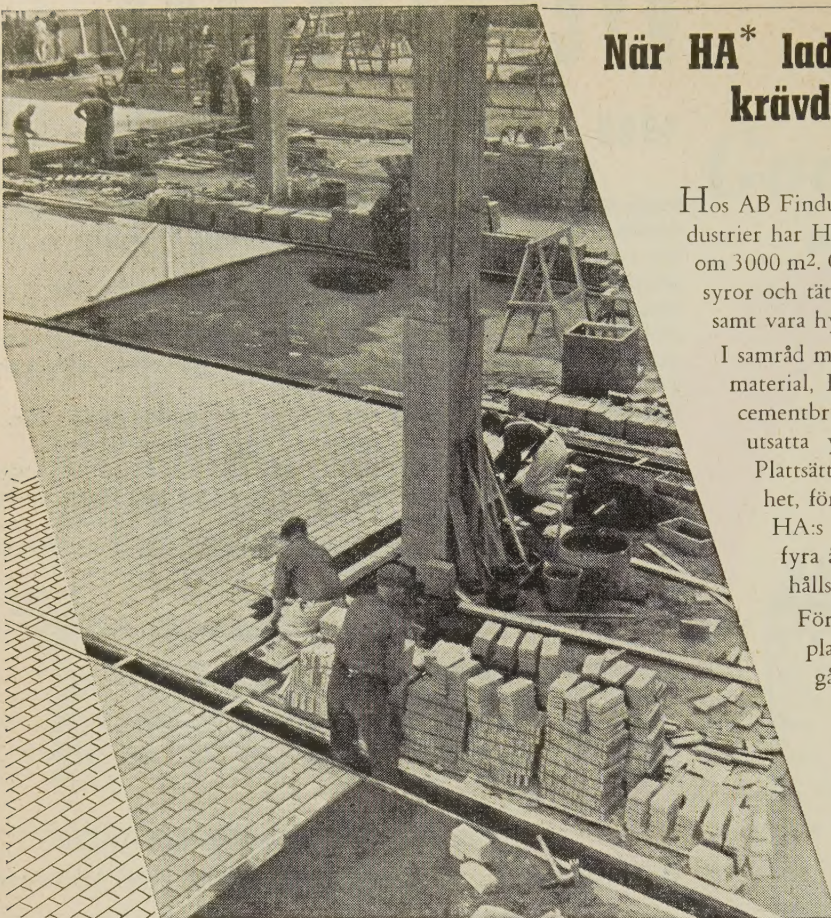
Lyftning av betongbjälklag. Byggmästaren 31 (1952) nr B 4, sid. 82

En ny byggnadsmetod där bjälklagen gjutes på marken och efter 10 dagar lyftes direkt därifrån upp till sin rätta plats i byggnaden. Bjälklagen gjutes ovanpå varandra med mellanlägg av papper. Lyftningen utföres med hydrauliska domkrafter.

DK 624.022+624.025 (44)

Vägg- och bjälklagskonstruktioner i Frankrike. Byggmästaren 31 (1952) nr B 4, sid. 83—88.

Några av de utvecklingstendenser som karakteriseras av att stora, sammansatta byggnadselement tillverkas på fabrik. Dessa byggnadsmetoder, som tycks vara ekonomiska när stora bostadsområden bygges ut, förutsätter att man har tillgång till kraftiga kranar för transport och hantering, sådana som större byggnadsfirmor i allmänhet kan hålla sig med. Troligen skulle en vidare utveckling i denna riktning vara gynnsam för en rationell organisation av byggnadindustrin i Frankrike.



När HA* lade Findus stora golv krävdes särskild exakthet

Hos AB Findus i Bjuv, en av landets största livsmedelsindustrier har HA utfört ett golv i en sammanhängande yta om 3000 m². Golvet måste vara både beständigt mot fruktsyror och tätt, ha motståndskraft mot mekanisk påverkan samt vara hygieniskt.

I samråd med Höganäs kunde HA föreslå ett lämpligt material, Höganäs gula klinker nr 460, vilka lades i cementbruk och fogades med syrafast OH-bruk. På utsatta ytor användes konsthartsbruk, Habenit S. Plattsättningen, som krävde särskild måttnoggrannhet, förutsatte detaljerad planering och utfördes av HA:s erfarna arbetarstam så väl, att ännu efter fyra års drift detta golv icke berett några underhållsproblem.

Förläggning av industrigolv eller sättning av plattor vid beklädnad av väggar och fasader, gångtunnlar, trappuppgångar o.s.v., anlita



Höganäskoncernens entreprenadbolag för elfasta och syrafasta inmurningar samt plattsättning.

Aktiebolaget MATAKI

Tel namnanrop. MATAKI . MALMÖ . Telegramadress: MATAKI

ASFALT- OCH TJÄRPRODUKTER
IMPREGN. BYGGNADSPAPP
UNDERHÅLLSFRI TAKPAPP
MATAKILITE TAKBELÄGGN.
DIV. KEM.-TEKN. PRODUKTER

"ta Matakil"



DEN MODERNA FORSKNINGENS INFLYTANDE PÅ BYGGNADSKONSTRUKTIONERNAS UTFORMNING

Av professor Georg Wästlund

För den i september 1951 i London avhållna byggnadsforsningskongressen inbjöds professor Wästlund av kongressledningen att författa en uppsats, avsedd som allmän introduktion till ett av huvudämnena vid kongressen, det i rubriken angivna. Redaktionen har fått författarens och kongressledningens tillstånd att här i svensk översättning återge uppsatsen. Några smärre korrigeringar med hänsyn till den svenska läsekreten ha gjorts av författaren. I originaluppsatsen¹ finns också ett 25-tal litteraturhänvisningar eller källor anförda, vilka här utelämnats. Den intresserade fackmannen hänvisas till kongresshandlingarna. Även den vid kongressen avhållna diskussionen kommer att tryckas.

Red.

DK 624.001.5

I. Begrepp och allmänna synpunkter

Den konstruktiva utformningen av en byggnad är till väsentlig del en funktion av den ackumulerade kunskapen om material och statik.

Denna kunskap ändras fortlöpande på grund av (a) upptäckter, (b) uppfinningar, (c) vetenskaplig forskning, och (d) praktiska erfarenheter.

Att upptäcka innebär att — för första gången — komma till insikt eller kunskap om en företeelse, — konkret eller abstrakt — som redan existerar, men som man hittills ej varit medveten om eller känt till. Att uppfinna innebär att konstruera eller producera för första gången. Det kan emellertid ofta vara svårt att skilja mellan en upptäckt och en uppfinning. I patentlagarna, t. ex. i USA, användas därför orden »uppfinning» och »upptäckt» synonymt.

Vetenskaplig forskning innebär vanligen en kritisk och noggrann undersökning i avsikt att revidera gällande uppfattningar i ljuset av nyupptäckta fakta. Den vetenskapliga forskningen ackumulerar kunskaper, vilka ordnas systematiskt och formuleras med vederbörlig hänsyn till tidigare funna samband eller generella lagar. Den formella framställningen måste därvid vara logisk.

Praktiska erfarenheter innebära kunskaper erhållna genom praktisk verksamhet.

Upptäckter kunna naturligtvis göras utan forskningsarbete, men utgör å andra sidan en väsentlig del av vetenskapen. Så ha t. ex. hos vissa material många egenskaper först upptäckts genom praktiska erfarenheter och senare gjorts till föremål för studium genom forskning. Naturvetenskaperna fysik och kemi äro grundade på upptäckter huvudsakligen rörande materia och energi. Matematiken omfattar även kunskapen om vissa upptäckta teorier.

Uppfinningar, likaväl som upptäckter, kunna göras utan forskningsarbete — och detta är kanske det vanligaste — men även under forskningsarbete. En teknisk uppfinning är en personlig idéartad prestation,

som möjliggör en utvidgad tillämpning av våra kunskaper om materia och energi för en viss speciell användning i människans tjänst. En uppfinning kan exempelvis vara en strängt formulerad idé om en ny konstruktion, ett nytt byggnadsmaterial, ett nytt element i byggnadstekniken, om en ny framställningsmetod eller om en ny maskin eller apparat för byggnadsändamål.

Sedan en uppfinning gjorts måste den vanligen prövas experimentellt. Detta kan ske antingen enligt vanliga tekniska metoder utan vetenskapliga krav eller också vetenskapligt.

Exempelvis antages, att en ny typ av förspänd betong uppfunnits. Denna uppfinning kan då studeras antingen tekniskt, så att ett provelement tillverkas i nära överensstämmelse med det aktuella praktiska fallet och även prövas under förhållanden, som efterlikna den avsedda användningen, eller vetenskapligt genom att konstruktionen systematiskt studeras under hänsynstagande till alla viktiga faktorer, såsom plastiska deformationer i stål, betong och förankringar, inverkan av växlande belastningar samt vidhäftningen mellan stål och betong. Vanligtvis begagnas den första metoden tills uppfinningen visat sig motsvara de tekniska förväntningarna. Sedan bör emellertid följa ett systematiskt studium. Om man nöjer sig med enbart det första provet, kan detta leda till stora misstag. Genom ett enstaka tekniskt prov kan man inte särskilja inverkan av olika faktorer, och man kan därför omöjligen bilda sig ett objektivt omdöme om uppfinningen. Endast genom systematiskt studium, som kan vara liktydigt med forskningsarbete, kan man ta hänsyn till varje enskild faktors inflytande.

Det är av stort värde att kunna börja ett forskningsarbete med en arbetshypotes baserad på existerande fysikaliska och kemiska kunskaper. Detta kan ofta nedbringa ett stort antal inverkan faktorer till några parametrar. Man kan också bättre planlägga en undersökning genom att begagna sig av kända fakta för att finna nya.

Praktisk erfarenhet är naturligtvis av stor betydelse.

¹ Se »Building Research Congress 1951». — Papers presented in Division I. Part II. London 1951.

delse för tekniskt framåtskridande, när den förenas med skicklighet och omdöme. Den har emellertid också en viss benägenhet att göra människor konservativa och oförstående till teori och vetenskap. Sambandet mellan praktik och byggnadsvetenskap är faktiskt otillfredsställande, även om de praktiskt verk-samma inom yrket idag knappast instämma med en engelsk ingenjör, Tredgold, som år 1831 uttalade följande åsikt: »En byggnads stabilitet är omvänt proportionell mot byggmästarens vetenskapliga bildning» (ur en tidskriftsartikel av prof. F. Stüssi). Stüssi framhåller, att en rad allvarliga byggnadskollapser under gångna tider skulle kunnat undvikas, om den store vetenskapsmannen Navier's avhandlingar inte under lång tid råkat i glömska utan vederbörligen beaktats.

Det kapital som investeras i byggnader är ofantligt, i vissa länder upp till 15—20 % av den årliga nationalinkomsten, och investeringarna borde kanske vara ännu mycket högre, om man tar i betraktande bristen på bostäder och andra byggnader. Det är därför av utomordentlig vikt, att man vid utformningen av byggnadskonstruktionerna väl utnyttjar utvecklingen inom vårt vetande, avseende nya upptäckter, uppfinningar, forskningsresultat och praktiska erfarenheter. Många upptäckter, uppfinningar och praktiska erfarenheter kunna ofta omsättas direkt inom byggnadsverksamheten, men vanligen få de sitt fulla värde först efter systematiskt studium genom forskning.

II. Några statistiska data angående utvecklingen ifråga om konstruktiv utformning

H. Danielsson och M. Jacobsson ha genomfört en statistisk analys av byggnadsmetoderna och konstruktionskostnaderna i Stockholm under åren 1883—1939. Författarna ha funnit, att vikten hos bostadshus under denna tid minskat från omkr. 4,2 t/m² våningsyta till 2,2 t/m² eller något över hälften av den tidigare siffran. Detta är liktydigt med en ofantlig minskning av transportmängden för uppförande av byggnader, någonting högeligen önskvärt i betraktande av den begränsade transportkapaciteten i detta land.

Viktsreduktionen har framförallt sin orsak i följande tre faktorer:

1) Vid sekelskiftet började betongen användas som material i grunder i stället för de massiva stenblock, som tidigare begagnats.

2) Omkr. 1930 började ytterväggarnas utformning att förändras, i det att lättare tegel och block med låg vikt kom i användning. Från denna tidpunkt och tills nu har specifika vikten för detta material minskat från 1,8 till 0,45. Samtidigt har också väggarnas tjocklek minskat, t. ex. från 40 till 27 cm.

3) De bärande innerväggarna äro numera tunnare än förr tack vare större styrka hos det begagnade materialet, tegel eller betong.

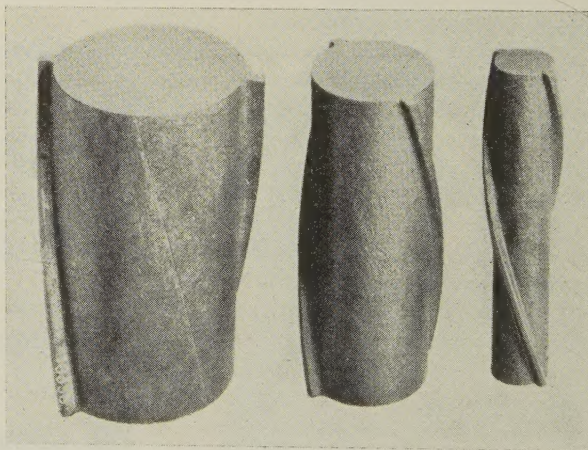
Kostnadsminskningen är svårare att analysera beroende på prisstegringen på material och arbetskraft, men även den har varit avsevärd.

Ett annat exempel på besparingar i material och kostnader har publicerats av V. Karmahky och avser införandet av svetsning vid brobyggnadskonstruk-

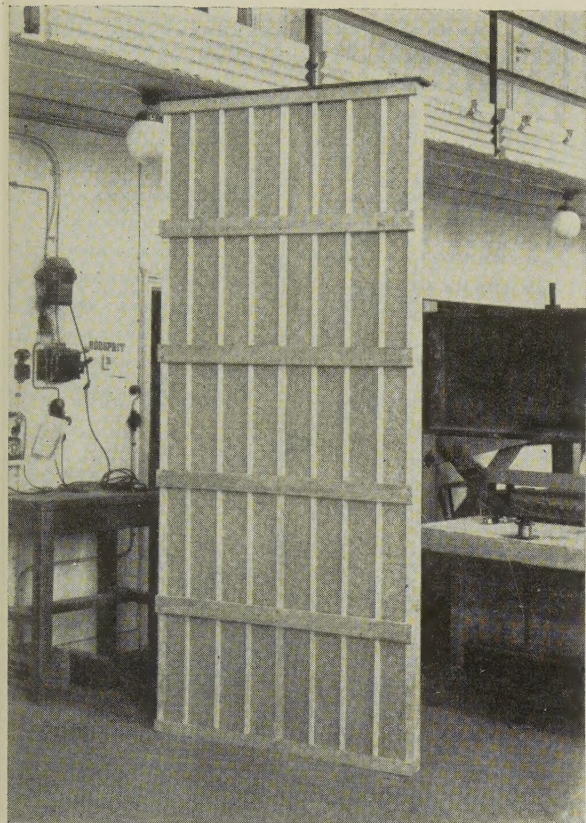
tioner. Författaren konstaterar 1950, att alla större broar, som konstruerats av Departement of Main Roads, New South Wales, Australien, under de sista fjorton åren, varit svetsade. En av dessa är Hawkesbury River-bron, som innehåller två 438-fots fackverksspänn — de längsta svetsade fackverkskonstruktionerna i världen — och nio 90-fots spann med svetsade plåtbalkar. Jag citerar författaren: »Besparingen i vikt hos den helsvetsade konstruktionen jämförd med den helnitade var 20 % och i kostnad 13 %.»

På den armerade betongens område har införandet av kamstål och andra liknande högvärdiga armeringsstål sparat en massa material och pengar. 1949 års svenska betongbestämmelser äro baserade på ett ganska omfattande forskningsarbete och inkludera fyra typer av armeringsstål med varierande tillåtna spänningar. Under vissa förutsättningar är tillåten spänning för kamstål 2 200 kg/cm², medan den för vanliga släta stänger St 37 är endast 1 300 kg/cm². V. Hasselblad har gjort en ekonomisk jämförelse mellan några utformningar av betongbjälklagen för ett normalt trevånings bostadshus i Sverige med tillämpning av de nya bestämmelserna. Han har härvid funnit, att plattor, 19 cm tjocka, som armeras med kamstänger, erfordra 27,3 ton stål och 222 ton cement samt kosta 50 050 kr. Samma plattor, 19 cm tjocka armerade med rundstänger St 37, erfordra 48,7 ton stål och 197 ton cement samt kosta 57 050 kr. Minskningen i stålåtgång är 44 % och i kostnad 12 %. Användandet av kamstål har också ständigt ökat under de sista åren och utgjorde under 1949 ca $\frac{1}{4}$ — $\frac{1}{3}$ av allt armeringsstål i landet.

I Österrike har man uppfunnit en annan typ av högvärdig armering »Torstahl», med spiralformiga fenor. Hos Torstahl har den förhöjda sträckgränsen och hållfastheten erhållits genom kallbearbetning under vridning. I Österrike är den tillåtna spänningen för »Torstahl 40» (brottgräns 40 kg/mm²) 2 400 kg/cm² och för »Torstahl 60» (brottgräns 60 kg/mm²) upp till 3 500 kg/cm², vilket tycks vara den högsta hittills normerade tillåtna spänningen för armeringsstål. Enligt Rud. Saliger äro de ekonomiska fördelarna med Torstahl så stora, att numera ca 80 % av allt armeringsstål, som användes i Österrike, är av denna typ.



»TOR-Stahl»-profiler. Diameter 8—30 mm.



Bärande del av plywoodvägg, bestående av 10 mm plywood, uppstyvad med lätta träribbor. (Wästlund och Larsson)

Slutligen några data om träkonstruktioner. E. Storkirk har gjort en statistisk översikt över träåtgången för bostadshus i Sverige under perioden 1943 till 1950. 1943 byggdes 39 400 lägenheter och 1950 44 000. Trots denna ökning i antalet byggda lägenheter minskade den totala träåtgången med omkr. 11 %, medan den specifika virkesåtgången pr m² golv- och yta minskade med ca 25 %. Denna fördelaktiga utveckling har delvis åstadkommit genom mera omsorgsfull och ekonomisk konstruktion. En ännu mycket större materialekonomi skulle emellertid kunna uppnås. Sverige är ett träproducerande land och det stora flertalet hus byggs alltså av trä. Omkring 50 % av alla trähus är monteringsfärdiga. Träåtgången för ytterväggar i ett typiskt monteringsfärdigt hus av idag är inte mindre än ca 2,9—3,5 kubikfot pr m² väggyta. Undersökningar ha visat, att sådana hus kunde byggas med bara 0,8 kubikfot/m². En sådan väggtyp, som utprovats av Göran Larsson och G. Wästlund, har en bärande konstruktion, bestående av en enda plywoodskiva, som stagas med lätta träribbor.

Ovan nämnda statistiska data visa, att en aktning av materialbesparing har gjorts eller kan göras tack vare ändringar i konstruktionen. I allmänhet ha, och detta är av vikt i detta sammanhang, sådana konstruktionsändringar grundats på forskning.

III. Några upptäckter och uppfinningar av vikt för byggnadskonstruktionernas utformning

Som ovan påpekats äro upptäckter och uppfinningar intimt förbundna med eller inkluderade i

vetenskaplig forskning. Ibland kunna de emellertid vara oberoende härav, och det kan därför vara befogat att här behandla dem under en särskild rubrik.

Först må då understrykas betydelsen av upptäckter och uppfinningar inom den matematiska elasticitetsläran, plasticitetsläran och byggnadsstatiken. Uppmärksamheterna omfatta de allmänna lagarna för spänningar och deformationer samt resultat av experimentell forskning rörande konstruktionernas uppförande under belastning till brott. Uppfinningarna innefatta metoder för beräkning, när de allmänna lagarna äro kända.

Enligt Love är upptäckten av Hookes' lag 1660 och Navier's formulering av de generella differentialekvationerna för elastiska deformationer 1821 de två viktigaste händelserna i elasticitetslärans historia.

De mest revolutionerande händelserna inom byggnadskonstruktionernas historia ha varit uppfinningar av nya byggnadsmaterial. Sålunda var uppfinningen av valsjärnet epokgörande. Detta järn användes för första gången inom brobyggnadskonsten för jämnt 100 år sedan, nämligen för Conway- och Britannia-broarna i England. För konstruktionen av dessa utfördes en mängd materialprovningar och modellförsök. Man fann, att valsjärnet var vida överlägset gjutjärnet, som ditintills hade begagnats. Knäckning av livplåtar studerades även experimentellt, och resultaten begagnades i beräkningarna av den slutgiltiga konstruktionen. Några av männen bakom utvecklingsarbetet för dessa brokonstruktioner voro Rob. Stephenson, Will. Fairbairn och E. Hodgkinson. Efter denna tidpunkt ersattes gradvis trä och gjutjärn av valsjärn som material för brokonstruktioner, tills långt senare armerad betong började träda i valsjärnets ställe.

Den armerade betongens historia börjar också för jämnt 100 år sedan med pionjärbete av tre fransmän, nämligen J. L. Lambot, J. Monier och Fr. Coignet. Ur den armerade betongens fortsatta historia må här nämnas några viktiga uppfinningar och framsteg, nämligen T-balken, introducerad av Fr. Hennebique år 1892, pelardäcket, introducerat av amerikanen Turner under första decenniet av detta århundrade, skalkonstruktionerna huvudsakligen baserade på pionjärbete av F. Dischinger och de förspända betongkonstruktionerna, som utvecklats för praktisk användning av i första hand E. Freyssinet.

I träproducerande länder har stålbristen under det sista årtiondet stimulerat användningen av och utvecklingsarbetet rörande träkonstruktioner. Uppfinningarna inom detta område karakteriseras av en strävan att finna metoder att begagna bräder av standarddimensioner för stora hallkonstruktioner.

Slutligen är att nämna introducerandet inom byggnadsvärlden av lätta material, exempelvis lättbetong, och lätta metaller, såsom aluminiumlegeringar.

Ovanstående exempel visa vikten av nya uppfinningar rörande såväl material som konstruktioner.

IV. Några huvuddrag som känneteckna den moderna forskningen

A. Hållfasthetsläran och byggnadsstatiken

Efter Navier har utvecklingen inom de teoretiska byggnadsvetenskaperna varit synnerligen imponerande.

de. Deras historia har karakteriserats av ett framåt-skridande både från mindre till mera och från mera till mindre, såsom framgår av flera mycket intressanta historiska överblickar inom facklitteraturen.

Dessa båda tendenser framgå också fullt tydligt av våra dagars vetenskapliga forskning. Vägen från mindre till mera markeras sålunda av nya upptäckter rörande material och konstruktioner och vägen från mera till mindre av än mer generaliserade lagar och principer och av förenklade beräkningsmetoder.

Behovet av djupare teoretiska kunskaper är trängande. Våra byggnadsmaterial, speciellt stål och betong, ha gradvis förbättrats i kvalitet, tillåtna påkänningar ha ökat, och konstruktionerna kunna följaktligen göras betydligt slankare än hittills. I slanka konstruktioner är inflytandet av excentrisk belastning, felaktigheter i materialet, oregelbundenheter i form och dimensioner, elastiska och plastiska deformationer och av en del andra faktorer betydligt större än i massivare konstruktioner. Det är därför nödvändigt att förbättra beräkningsmetoderna. Säkerhetsfaktorerna kunna också reduceras något, om beräkningsmetoderna göras säkrare och korrekta.

Man får å andra sidan icke överskatta exaktheten i uppställda teorier. En teori kan vara exakt endast i förhållande till vissa förutsättningar. I praktisk ingenjörsvärksamhet måste vanligen de teoretiska förutsättningarna för matematisk behandling approximeras i förhållande till de verkliga förhållandena.

Det existerar en organisk växelverkan mellan teoretisk analys och experimentell forskning. Ofta ha t. ex. först några experiment gjorts, och dessa ha givit teoretikerna nya och intressanta problem att brottas med, sedan har teorin kunnat tjäna som ledning för vidare experimentellt arbete. Sålunda kan teorin ge de viktigaste parametrarna eller vissa kvalitativa samband, under det att experimenten göras för att kontrollera teorien och ge koefficienterna kvantitativa värden beroende på materialens egenskaper.

Efter dessa allmänna anmärkningar om teoretisk analys skall jag säga några ord om aktuella problem på detta område.

Inom den tidigare elasticitetsläran var det vanligt, att man förutsatte endast små deformationer, så att man i beräkningarna kunde bortse från dessa kvantiteter av andra graden och högre. Så tillämpades först den lineära elasticitetsläran på knäckning av livplåtar. Sedan visades emellertid experimentellt, bl. a. av Sten G. A. Bergman och författaren, att livplåtarna hos stålbalkar under belastning inte uppförde sig i överensstämmelse med den lineära teorien, enär utböjningarna hos livplåten voro stora i förhållande till plåtens tjocklek. Därför ha på senare tid, bl. a. av Marguerre och Bergman, dessa knäckningsfenomen studerats teoretiskt med tillämpning av den icke-lineära elasticitetsteorien, dvs. genom att ta med i beräkningen deformationskomponenter av andra graden och högre. Den icke-lineära teorien är helt naturligt betydligt mera komplicerad än den lineära, men den är av största vikt för tolkningen av de experimentella resultaten, för förbättrandet av beräkningsmetoderna, för bedömandet av säkerhetsfaktorerna och följaktligen för ekonomin. Den icke-lineära teorien ger exempelvis en tillfredsställande för-

klaring på de självstabiliserande verkningarna av membranspänningar vid knäckning av livplåtar till följd av skjuvspänningar.

Vid studiet av samma fenomen, dvs. knäckning av livplåtar, inom det halvplastiska och plastiska området, öka de teoretiska svårigheterna ytterligare. Trots dessa svårigheter är behovet av sådan ytterligare teoretisk forskning synnerligen trängande.

Vid lösningen av liknande problem kommer man in på en ny gren av den teoretiska vetenskapen, nämligen reologien. Den sysslar med helt generella relationer mellan deformationer och spänningar oberoende av den klassiska elasticitetsteorien. Reologien av i dag tycks befinna sig på byggnestadiet liksom elasticitetsteorien på Naviers tid.

En annan problemgrupp lämpad för teoretisk analys och av mycket stor betydelse för närvarande rör konstruktionernas uppförande under dynamisk påverkan. Den dynamiska verkan, som trafikbelastningen har på broar, är långt ifrån utforskad. Den dynamiska effekten av vindkraften har fått allt större betydelse genom de allt längre brospannen och den ökade slankheten. Den sistnämnda frågan har speciellt aktualiserats efter katastrofen med den stora hängbron i Tacoma, USA 1940. I husbyggnader tages numera större hänsyn till de dynamiska problemen än tidigare, p. g. a. större krav på ljudisolering, eliminering av vibrationer förorsakade av maskiner, trafik osv. En helt ny och tragisk synpunkt i detta sammanhang är verkan på byggnader förorsakad av detonationer i luften eller marken eller anslag av granater eller bomber. Ett likartat problem föreligger i verkningarna av jordbävningar.

Konstruktionernas dynamiska egenskaper ha vidare väckt ökat intresse genom det faktum, att en mängd statistiska egenskaper kunna studeras helt enkelt genom att man studerar de dynamiska egenskaperna. Detta beror i grunden på det intima förhållandet mellan materialets elastiska egenskaper vid statisk och dynamisk belastning. Detta utnyttjas i allt större utsträckning vid materialundersökningar. Man kan också rent teoretiskt studera olika konstruktioner, t. ex. balkar och plattor, under inverkan av statisk belastning och behandla dessa fall som specialfall av de mera generella med dynamisk belastning. Knäckningsbelastningen hos ett tryckt konstruktionselement kan fastställas experimentellt genom att följa variationen i egenfrekvensen hos det svängande systemet vid varierande tryckintensitet. De elastiska egenskaperna hos marken betraktad som undergrund kunna i viss utsträckning bestämmas genom dynamiska prov osv. Det synes som om forskningsarbetet på detta område, dvs. rörande elastodynamiska förlopp, ligger långt efter forskningen rörande rent statiska förhållanden.

Ovannämnda exempel på teoretisk forskning äro huvudsakligen av den typ som öka vår kunskap om byggnadskonstruktionerna och utgöra därför bevis på framåt-skridande från mindre till mera. Som förut nämnts, råder också en tendens inom den teoretiska analysen att finna enklare beräkningsmetoder, innebärande framåt-skridande från mera till mindre.

Speciellt gäller detta beräkningar av statiskt obestämda system, såsom inspända ramar och bågar. Förr innebar beräkningen av dessa konstruktioner

ett omfattande arbete, men de numera allmänt använda beräkningsmetoderna äro snabbare, mera exakta och enklare än de tidigare använda. Som exempel vill jag nämna H. Cross' momentutjämningsmetod och A. Efsens primärmomentmetod, vilka båda äro lämpliga för beräkning av speciellt ramar och bågar. Dylika arbetsbesparande metoder äro helt naturligt av stort värde för den konstruerande ingenjören.

Den förstnämnda metoden är en s. k. iterationsmetod. En av dem som utvecklat dessa metoder är R. V. Southwell. En översikt av sådana metoder har nyligen publicerats av L. Fox. Det finns många sådana metoder, som äro i vidsträckt bruk och som äro mycket bekväma. Den vanligaste och kanske äldsta är Vianellos metod, som speciellt har utvecklats för beräkning av knäcklasten hos tryckta stänger, men som också är användbar på andra samhörande problem, som t. ex. att finna knäcklasten hos bågar med hänsyn till såväl vertikal som horisontella utböjningskomponenter, godtycklig variation av tröghetsmomentet och båglinjens form.

För beräkning av tillskottsmoment i bågar på grund av bågens utböjning ha iterationsmetoder använts med framgång, främst må här nämnas A. Aas-Jakobsens arbeten.

B. Experimentell forskning

Avsikten med experimentell forskning är att fördjupa vårt vetande om byggnadsmaterial och byggnadskonstruktioner. Det är betecknande för denna forskning av idag, att den mer än förr går in på vad som benämnes grundforskning. Sålunda är det inte längre tillräckligt att studera materialens egenskaper och dessas *skenbara förhållanden* till vissa påverkande faktorer. Det är också nödvändigt att *förstå dessa förhållanden*. Det innebär, att förhållandena böra kunna förklaras å ena sidan genom fundamentala, fysikaliska eller kemiska lagar och fakta eller å andra sidan genom teoretiska slutledningar. Detsamma kan sägas om den experimentella forskningen rörande olika konstruktioner.

»Lagar» grundade enbart på en statistisk sammanställning av några empiriska data äro mycket opålitliga och kunna icke extrapoleras eller tillämpas utanför området för dessa fakta. Mycket mera värdefull är en lag, som först grundats på en hypotes rörande det betraktade problemet inklusive alla redan kända fakta av teoretiskt och vetenskapligt empiriskt slag, och som sedan bekräftas genom en systematisk experimentell undersökning.

Denna relativt nya tendens inom experimentell forskning har sammanfört de olika natur- och ingenjörsvetenskaperna på ett sätt som ofta är överraskande. Framåtskridandet inom en vetenskap förorsakar sålunda ofta en påtaglig utveckling även inom en helt annan. Samarbete eller »team work» mellan flera specialister eller t. o. m. flera forskningsinstitut för lösning av speciella problem är en metod som visat sig ge goda resultat. Prestigefrågor, personliga eller nationella eller av annat slag, måste åsidosättas i detta sammanhang för det gemensamma bästa.

Som en naturlig följd av denna allmänna tendens har betydelsen av fysik och kemi för experimentell

byggnadsforskning ökat avsevärt, speciellt materialforskningen behöver all hjälp den kan få av dessa vetenskaper. Exempel på sådana problem är sprödheten hos stål och legeringar, speciellt vid svetsning, de plastiska deformationerna hos betong, beständigheten hos betong vid upprepade frysningar och upptiningar, krympning och inre spänningar hos betong. I enlighet härmed har grundforskning införts i flera länders byggnadsvetenskapliga laboratorier.

Denna forskning måste planeras på lång sikt, den nödvändiggör välutrustade laboratorier, kräver mycken tid och är dyrbar. Elektronmikroskopet, röntgen-diffraktionsapparater för kristallanalys och spektrografen äro exempelvis värdefulla instrument vid materialforskning. De användas bl. a. vid studiet av metaller, leror, kalk och cement. Revolutionerande förändringar inom stålindustrien äro resultat av sådan grundforskning. Tillämpningen av fysikaliska metoder inom byggnadsvetenskapen är av senare datum, men kommer säkert att i framtiden radikalt förbättra byggnadsmaterialen och kommer därigenom kanske att revolutionera byggnadskonstruktionerna liksom nya material ha gjort många gånger tidigare.

Inom den moderna byggnadsforskningen har också mätteknikens utveckling varit av utomordentlig vikt. Uppfinningarna av elektriska mätinstrument såsom trådtöjningsgivare, magnetostriktiva och induktiva mätare ha skapat helt nya möjligheter till forskning.

Modellförsök på broar och andra konstruktioner kunna idag göras med betydligt större exakthet än förr, inte bara genom tillgången till nya mätmetoder utan också genom förekomsten av nya ändamålsenliga material, sådana som plexiglas. De fotoelastiska metoderna ha förbättrats, och lovande undersökningar ha gjorts med tillämpande av dessa metoder på tredimensionella spänningsproblem.

V. Allmänna synpunkter på byggnadskonstruktioner

A. Val av material

I allmänhet beror materialvalet på byggnadstyp, materialtillgång, kostnad inkl. framtida underhåll och försäkringar etc., hållfasthet och vikt, beständighet, värmeisolering, klimat, utseende, tillgång på arbetskraft, maskiner etc., metod för uppförandet, brand-säkerhet m. m.

I mitt uppdrag ingår icke att behandla murverk. Av detta formella skäl måste jag förbigå tegel och block av lättbetong såsom konstruktionsmaterial i denna uppsats. De viktigaste här behandlade materialen för byggnadskonstruktionerna äro därför stål, armerad eller förspänd betong och trä. Som material för takplattor förekommer vanligen armerad eller förspänd betong samt armerad lättbetong.

Stål kan med fördel väljas för de konstruktioner, vilka måste uppföras snabbt eller vilka senare eventuellt måste ändras, flyttas eller förstärkas. Tack vare stålets stora hållfasthet är stål lämpat för stora spännvidder och för konstruktioner där låg vikt är av speciell betydelse. Allt eftersom spännvidden växer blir prisrelationen mellan stål och armerad betong allt mera till fördel för stålet. Detta är också fallet då belastningarna öka. Som en följd av den höga

hållfastheten kunna stålkonstruktionerna vanligtvis byggas slankare och ta sålunda mindre plats, något som ibland innebär en stor fördel.

Stålet har också en del välkända nackdelar. Dess brandsäkerhet är otillfredsställande, det rostar och måste därför skyddas och underhållas med bemålning, ofta till avsevärd kostnad. Stålförbrukningen måste också begränsas på grund av att stålet kommer från naturtillgångar, vilka icke äro likformigt fördelade på jorden och vilka äro så värdefulla, att de måste utnyttjas med stor omsorg.

Betongen är, om den är väl tillverkad, ett beständigt material för vanliga fall, och den har därför låg underhållskostnad. Brandsäkerheten är tillfredsställande. Betongens användbarhet för olika ändamål tycks vara i det närmaste obegränsad. Betong kan sålunda sammansättas och tillverkas för helt skilda egenskaper såsom särskild motståndskraft mot tryck, avnötning eller chockverkan samt vattentäthet. I många länder dominerar armerad betong som konstruktionsmaterial upp till relativt stora spännvidder.

Bland betongens nackdelar må nämnas dess låga draghållfasthet, dess krympning och svällning, den höga vikten samt de för gjutningen nödvändiga ställningarna och formarna. Plastisk deformation är också en egenskap, som vanligtvis utgör en nackdel, men som i vissa avseenden är fördelaktig. Vidare tar arbetet på byggnadsplatsen vanligen relativt lång tid, vilket försenar uppförandet jämfört med stålkonstruktioner. Betongens kvalitet är också avhängig av utförandet på arbetsplatsen. Slutligen är resistensen mot kemisk påverkan otillfredsställande.

En del av dessa nackdelar kunna elimineras genom förspänningsförfarandet. Sålunda kan konstruktionens vikt reduceras, hjälpställningarna nedbringas till ett minimum och slöseriet av trä för formar helt elimineras. Förspänning höjer avsevärt spricklasten och eliminerar sålunda en av följderna av betongens låga draghållfasthet.

Vakuumbetong är en annan specialbetong. Vakuum användes inte bara för att förbättra betongens kvalitet utan också för att sammanbinda olika formelement till ett stabilt system och för att transportera relativt stora betongelement i lyftkranar.

Trä begagnas ofta som konstruktionsmaterial speciellt i träproducerande länder. Dess hållfasthet åtminstone i en riktning är aktningsvärd. Trä är lätt att handskas med och att bearbeta. Den största nackdelen är att trä är brännbart. Andra nackdelar äro dess utomordentligt heterogena struktur och följaktligen komplicerade egenskaper, dess svällning och krympning samt krypning. Spridningen i försöksvärden är mycket stor beroende på varierande fuktighetshalt, kvistar och många andra faktorer. Hållfasthetsspridningen kan ha varit en viktig bidragande orsak till instörtandet av den första ställningsbågen för Sandöbron i Sverige. Trä tar också direkt skada i fuktig atmosfär och kan angripas av insekter, råttor och fåglar.

Trä, speciellt ytved, kan emellertid numera impregneras och behandlas, så att det blir hållbart i fuktig luft och oaptitligt för insekter och djur.

Ovan nämndes några lämpliga material för tak-

plattor. Trä är icke att rekommendera för detta ändamål med hänsyn till eldfaran. Armerad betong är kanske det mest ekonomiska materialet, om plattan kan medverka i den bärande konstruktionen, t. ex. som platta i en T-balk eller som skal i en skalkonstruktion. Förspänd betong (strängbetong) och armerad lättbetong (såsom Siporex) användas i monteringsfärdiga takplattor.

Härtill några kommentarer om byggnadsmaterial i allmänhet. Det är utomordentligt viktigt att konstruktören eller arkitekten vid konstruktion av en byggnad beaktar vissa rent fysikaliska synpunkter. Sålunda måste transmissionen av fukt, ånga och värme noggrant förutberäknas med vederbörligt hänsynstagande till egenskaperna hos de material som skola användas i väggar, tak etc.

Under de två senaste decennierna ha industribyggnader uppförda i de nordiska länderna ofta varit av enplanstyp med platt tak. I södern var detta också det vanliga förr. Denna typ har emellertid givit upphov till svåra problem i kalla trakter. Med brant sluttande yttertak och ett vindsrum därunder föreligga inga speciella svårigheter, men sådana tillstöta i byggnader utan något fritt utrymme mellan ytter- och innertak. I det senare fallet uppstå en hel del obehag såsom vattenkondensering, minskad värmeisolering, frostsador, vattenläckage, svällning, sönderslitning av takpapp osv. Reparationskostnaderna för sådana skador ha i en hel del fall varit stora, ofta rätt snart efter byggnadens färdigställande. Genom forskningsarbete har man dock funnit huvudorsakerna till dessa skador. Även om många problem ännu återstå att lösa, råder det inget tvivel om lämpligheten av de ovannämnda takkonstruktions typerna. Det är emellertid nödvändigt att konstruera byggnaderna och att välja materialen med vederbörlig hänsyn till fuktighet, värmeförhållanden och speciella krav för byggnaderna såväl som till klimatet. Liknande krav ställas på konstruktionen och sammanställningen av ytterväggar.

Kostnaden för uppvärmning och värmeinstallation i en byggnad är i det närmaste direkt proportionell till den värmeledande förmågan i väggar och tak. Denna egenskap är därför av stor ekonomisk betydelse, större än de flesta människor inse. Värmeisoleringsvärdet bör väljas så, att kostnaden för väggar och tak plus kostnaden för värmeinstallationen plus den kapitaliserade kostnaden för uppvärmning blir ett minimum för byggnadens livstid. För de nordiska länderna äro de senare kostnaderna jämförelsevis höga.

Vid valet av material är det ofta möjligt att i förväg specificera de erforderliga egenskaperna. Detta är t. ex. i stor utsträckning möjligt vad betong beträffar. Hittills har betongen allt för mycket betraktats enbart med tanke på tryckhållfastheten eller möjligen vattentätheten. Detta ensidiga betraktelsesätt är oekonomiskt, ovetenskapligt och tekniskt farligt. Tryckhållfastheten kan sålunda vara fullt tillfredsställande, men andra egenskaper sådana som bearbetbarhet och vattentäthet, frostbeständighet, avnötningshållfasthet eller resistens mot kemisk påverkan kunna samtidigt vara helt otillfredsställande.

B. Bärande system och detaljer

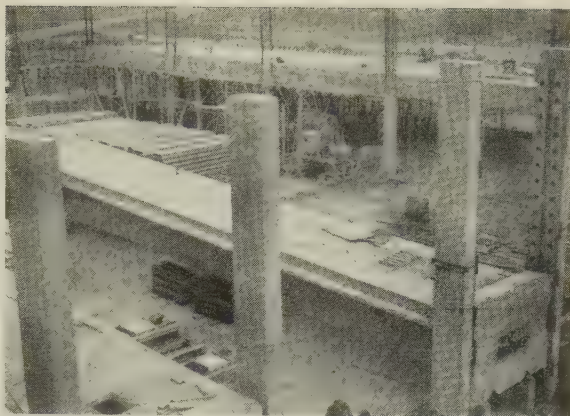
Man kan skilja mellan vissa stora grupper av byggnadstyper, såsom bostadshus, byggnader i flera våningar, hallar utan lyftkranar eller med enbart lätta sådana och slutligen hallar med tunga lyftkranar.

Den konstruktiva utformningen beror framförallt på byggnadstyp, grundförhållanden, spännvidder, belastningens storlek och erforderliga lyftkranar, belysning, dragnings av rör och ledningar, eventuell framtida utvidgning eller ändring av byggnaden. Alla faktorer som inverka på valet av byggnadsmaterial enligt ovan påverka direkt eller indirekt även den konstruktiva utformningen.

Det har ovan anförts några exempel på hur byggnadskonstruktionerna ändrats tack vare upptäckter, uppfinningar, vetenskaplig forskning och praktiska erfarenheter. Ytterligare en del anmärkningar rörande detta ämne skall göras i det följande.

Svetsning har i hög grad ökat de tekniska möjligheterna att utforma olika stålkonstruktioner. Det föreligger sålunda numera knappast några konstruktiva svårigheter att utforma styva ramhörn, sneda balkförbindningar, genomgående tvärbalkar, balkar eller pelare med varierande tvärsektioner och dimensioner. Alla dessa nya möjligheter ha favoriserat de svetsade plåtbalkarna och ramarna i förhållande till nitade plåtbalkar och ramar samt fackverksbalkar. Tack vare enklare tillverkningsmetoder äro de förstnämnda mera ekonomiska än de senare, också i viss utsträckning i de fall där deras vikt är högre. Estetiskt sett äro de massiva typerna vanligen också bättre. Ett speciellt exempel på konstruktioner som gjorts möjliga och ekonomiska genom svetsning är balkrostbroar.

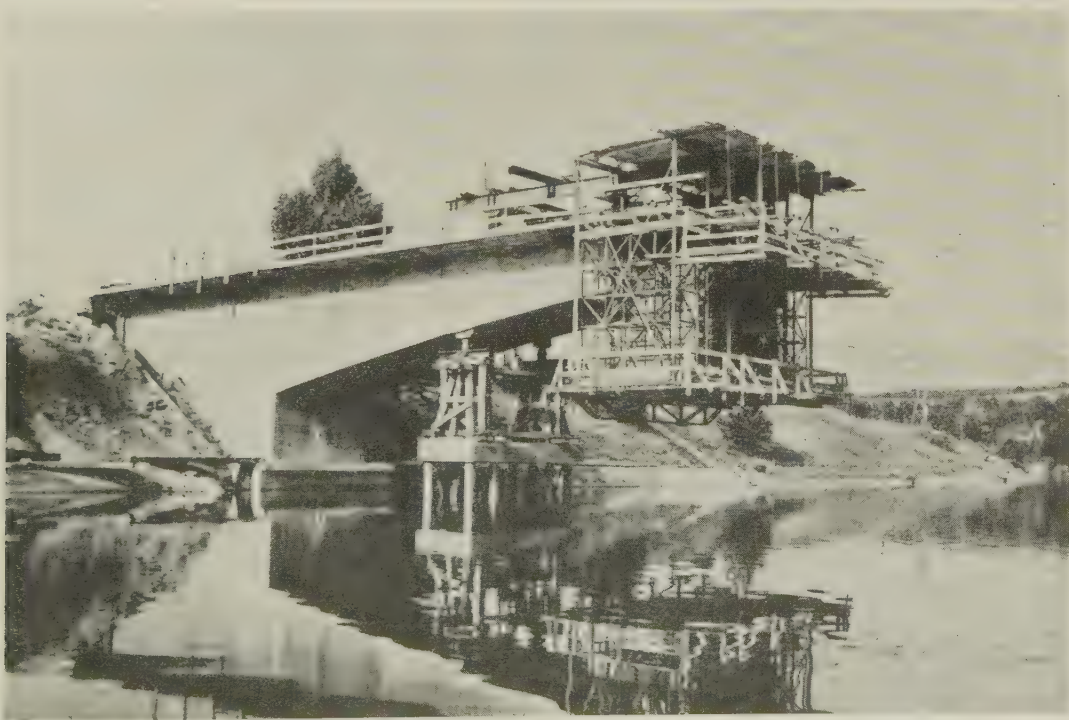
Svetsningen har emellertid också medfört nya svårigheter i vad gäller säkerställandet av hållfasthet



Förspänd betongbalk, system Magnel, för hangar Bryssel-Melsbroek. Spännvidd 50 m. Gjuten på mark, färdig att hissas upp i läge.

och tillförlitlighet hos förbindningarna. Svetsning kan därför endast rekommenderas i förbindelse med omsorgsfullt arbete och noggrann kontroll.

Den förspända betongen är nu föremål för en enorm aktivitet och utveckling. Imponerande konstruktioner ha utförts under de senaste åren. Jag vill speciellt nämna de mycket smäckra tvåledade bågbroarna över Marne vid Esbly etc., konstruerade av Freyssinet, med en spännvidd av 74 m, en pilhöjd av 4,36 m och en konstruktionshöjd vid hjässan av 0,86 m. Pilhöjdsförhållandet 1:17 är utomordentligt lågt även i jämförelse med stålbågar med motsvarande spännvidd. Storslagna byggnadsverk av förspänd betong, konstruerade av G. Magnel, ha även uppförts i Belgien. Synnerligen intressanta projekt ha nyligen utarbetats i Tyskland av dr Finsterwalder för broar över Rhen med begagnande av ett konsolbalksystem med frisvävande montage och en spännvidd inkl. konsolerna av inte mindre än 174 m.



Förspänd betongbalkbro under utförande med frisvävande montage. System Dywidag. (Bilden utlånad av civilingenjör Häggbon).



Ovan: Sandöbron över Ångermanälven, spännvidd 264 m, hittills den största för betongbro. (Bilden utlånad av AB Skånska Cementgjuteriet).

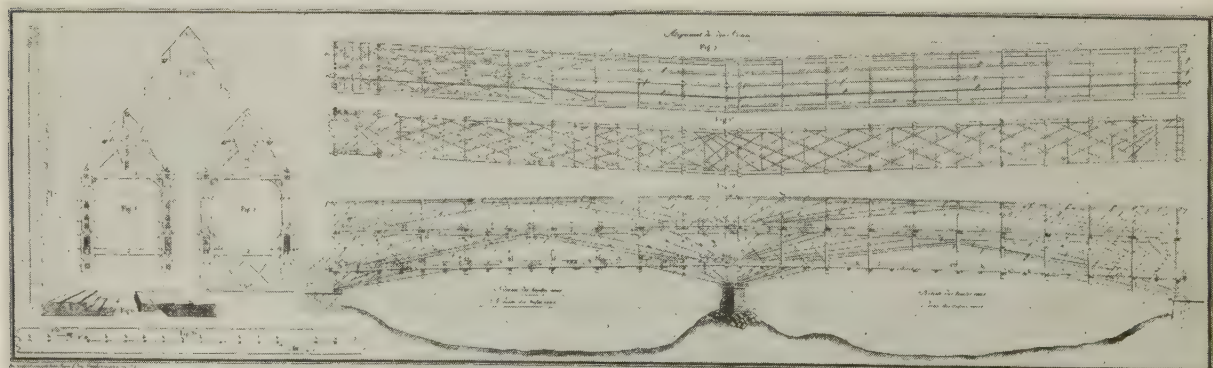
Nedan: Modell av Grubenmanns träbro över Rhen vid Schaffhausen, byggd 1754. (Bilden utlånad av professor Stüssi, Zürich).

Betydande verksamhet, om inte så påtagligt framåtskridande, är också märkbar på skalkonstruktionernas område. Det är ett faktum, att när gjutformarna kunna användas upprepade gånger, äro dessa konstruktioner vanligen ekonomiska och överlägsna andra typer. Sålunda ha shedtak i skal och andra slags skaltak byggts i ekonomisk konkurrens med andra typer för mycket stora fabriker i många länder. Skalkonstruktionen är också speciellt lämpad för arkitektoniska ändamål, i det att den inte bara är lastbärande utan också rumsskapande. Ett enastående exempel på en sådan skalkonstruktion är »Fronton Recoletos» i Madrid, konstruerad av E. Torroja. Taket till denna hall bestod av två cylindriska skal täckande en yta av $55 \times 32,5$ m utan några förstävande bågar och med en tjocklek av endast 8 cm. (Efter

förstöring under inbördeskriget ombyggdes taket på annat sätt.) Se närmare härom i Byggmästaren nr 3 1950, sid. 62.

Inom brobyggnadstekniken ha avsevärda framsteg gjorts under senare år med avseende på konstruktion av bågbroar. Den hittills ojämförligt största bågbron av armerad betong är Sandöbron över Ångermanälven, konstruerad av I. Häggbom. Denna fullbordades som bekant 1943 och har en teoretisk spännvidd av 264 m.

Härovan ha redan nämnts de stora framsteg som gjorts genom införande av armering med stål av hög hållfasthet. I detta sammanhang bör det noteras, att sprickbildningen i armerad betong är en fråga av stor vikt för konstruktionens beständighet och därför varit föremål för forskning i flera länder.



Plan, Durchschnitt und Aufsicht der berühmten Schaffhauser Brücke über den Rhein.

Såsom tidigare nämnts beror den konstruktiva formen också på de byggnadsmetoder som komma till användning. Denna fråga kan här endast lätt vidröras. Den är emellertid av mycket stor ekonomisk betydelse i det att den relativa kostnadsökningen för träformar och arbetskraft under senare år varit mycket större än för cement och stål. Stora ansträngningar göras för att rationalisera byggnadsmetoderna, t. ex. genom att använda monteringsfärdiga element för plattor, väggar, ramar och andra konstruktioner eller glidformar och klättrande ställningar för gjutning av väggar resp. plattor.

Träkonstruktionerna ha ej undergått någon utveckling liknande den som gäller stål- och betongkonstruktioner. Tvärtom konstaterar Stüssi, att det föreligger en markant tillbakagång från den tid för 200 år sedan, då Grubenmann och hans samtida byggde träbroar, som voro verkliga mästerverk. Ett sådant mästerverk var bron över Rhen vid Schaffhausen, som byggdes 1754 men förstördes under Napoleonkrigen. Det kan inte förnekas, att dagens träkonstruktioner inte kunna jämföras med dessa gamla byggnader med avseende på skönhet, hållbarhet och känsla för materialets egenskaper.

Å andra sidan var tillgången på lämpligt virke mycket större på den tiden. Träbristen i våra dagar har tvingat konstruktörerna och arkitekterna att till det yttersta spara på detta material, ibland på bekostnad av hållbarhet och utseende.

Konstruktioner, som byggas nu, äro vanligen sammansatta av bräder med vanliga standarddimensioner, hopspikade till massiva balkar eller ramar för spännvidder upp till ett fyrtiotal m. En stor fördel med dessa är, att de kunna tillverkas i stora element på fabrikena, levereras till byggnadsplatsen och lätt sammanfogas till stora monolitiska konstruktioner.

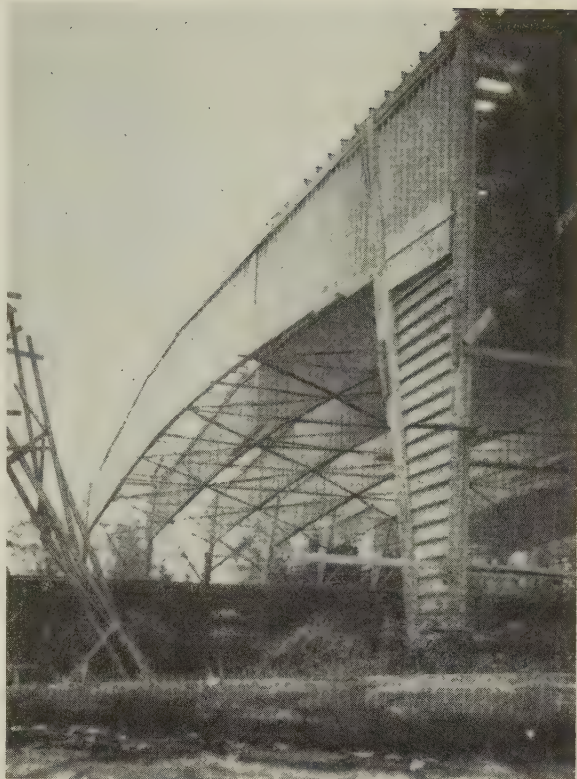
Vidare ha försök gjorts att begagna plywood som konstruktionsmaterial för balkar, plattor och väggar eller att armera träkonstruktioner med stålplåt. Sålunda göras stora ansträngningar i många laboratorier för att förbättra den konstruktiva formen och detaljerna i utförandet.

Forskningsarbetet rörande träkonstruktioner för flygplan har också varit av stort värde för konstruktionerna för byggnadsändamål. Detta gäller exempelvis materialets egenskaper och behandling, limning, sammanfogning av stål- och trädelar, framställning av vattenfast lim m. m.

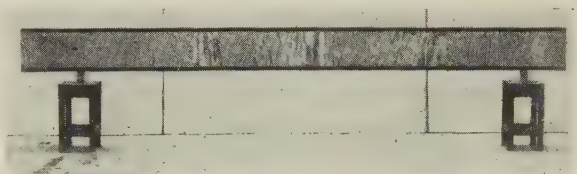
VI. Säkerheten hos konstruktioner

Det finns ingen allmänt vedertagen definition på begreppet säkerhet. Detta problem har diskuterats vid alla kongresser som hållits av Internationella föreningen för bro- och byggnadskonstruktioner utan att man kommit till något slutgiltigt resultat på denna punkt. Man konstaterade emellertid i Liège 1948, att »en konstruktions säkerhet innebär en obetydlig risk för brott, i princip uttryckt genom en sannolikhet».

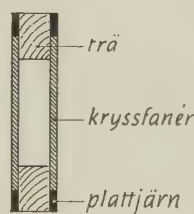
Ehuru det inte existerar någon allmänt vedertagen definition av säkerhetsbegreppet, skall jag nämna en definition som synes vara allmänt tillämplig. W. Kjellman understryker, att graden av ovisshet om de inverkande faktorerna är avgörande för en konstruk-



Sporthall för olympiska spelen i Helsingfors. Spännvidd 47 m. (Bilden utlånad av HSB).



Stålarmerad träbalk. (Bilden utlånad av professor Granholm).



Tvärsektion genom träbalken.

tions säkerhet. Om en storhet (låt oss säga en hållfasthet) motverkar brott, bör säkerhetsfaktorn framställas som förhållandet mellan dess sannolika värde och det värde som användes vid dimensioneringen. Om en storhet (t. ex. en belastning) främjar brott, skall förhållandet tagas omvänt.

Denna definition av säkerhetsfaktorn överensstämmer helt med allmän praxis beträffande spänning, tryck, skjuvning etc., men inte alls när det gäller glidning, stjälpning osv. I allmän praxis definieras säkerhetsfaktorn för glidning såsom förhållandet mellan summan av de stabiliserande krafterna och summan av de angripande krafterna, och säkerhetsfaktorn för

stjälpning såsom förhållandet mellan motsvarande moment. Dessa senare definitioner äro rent godtyckliga och räkna inte med det väsentligaste, nämligen huruvida krafterna äro vissa eller ovissa. De måste ofta modifieras på ett eller annat sätt, för att tillämpningen må kunna anses rimlig.

Kjellman har också föreslagit, att den relativa brottrisen R skall fastställas så, att summan av konstruktionens byggnadskostnad A och den relativa risken R multiplicerad med brottkostnaden K skall bli minimum eller $A + R \times K = \min$.

Faktum är, att denna princip konsekvent följts i vissa speciella fall i Sverige. Ett fall representeras av Statens bestämmelser för lantmannabyggnader. I dessa bestämmelser ha vindtrycket, snölasten och tillåtna påkänningar för trä fastställts på basis av (1) en statistisk utredning rörande vindstyrka, snölast och trähållfasthet, (2) ett studium av brottrisen vid olika belastningskombinationer, och (3) en avvägning av dessa risker så, att man når en minimikostnad för dessa byggnader över hela landet.

För att nedbringa spridningen av hållfastheten hos trä till ett minimum har också en strikt klassificering av trä med hänsyn till kvistar etc. gjorts.

I många fall är det möjligt att reducera ovisshetsgraden hos de påverkande faktorerna. Detta är en viktig uppgift för forskningen, för undervisningen och för var och en i övrigt, som deltar i byggnadsverksamhet, från konstruktören till arbetaren. I den mån osäkerhetsmomenten kunna minskas, kan materialet också utnyttjas fullständigare och de nominella säkerhetsfaktorerna minskas. Allt detta medför mera ekonomiska konstruktioner. En viktig oviss faktor är hållfastheten, då den alltid företer viss, ofta avsevärd spridning. Denna spridning kan emellertid i någon mån elimineras, antingen genom förbättrade tillverkningsmetoder eller genom klassificering av materialen i olika grupper efter kvalitet.

Forskningsarbetet minskar osäkerhetsmomenten genom att öka vårt vetande. Undervisningsanstalterna kunna göra oerhört mycket genom att lära ingenjörer, förmän och arbetare hur man utför ett perfekt arbete. Instruktionskurser i betongteknik ha exempelvis anordnats i många länder för att förbättra arbetstekniken, och verkan härav har varit ganska god.

VII. Eventuell framtida utveckling

Det är, helt naturligt, svårt att förutspå något rörande utvecklingen på det konstruktiva området. Framsteg kunna förväntas ske såväl ifråga om byggnadsmaterialen, de teoretiska byggnadsvetenskaperna som ifråga om byggnadsmetoderna.

Det synes mig, som om de största landvinningarna äro att vänta inom det första och det tredje området. Tidigare i historien utgöras de mest revolutionerande händelserna av introducerandet av nya material, och så kan det även gå i framtiden. Den industriella utvecklingen i sin helhet pekar vidare hän mot en sannolik radikal ändring av byggnadsmetoderna. Men teorier äro av sådan karaktär att man ifråga om dem kan vänta sig en långsammare utveckling.

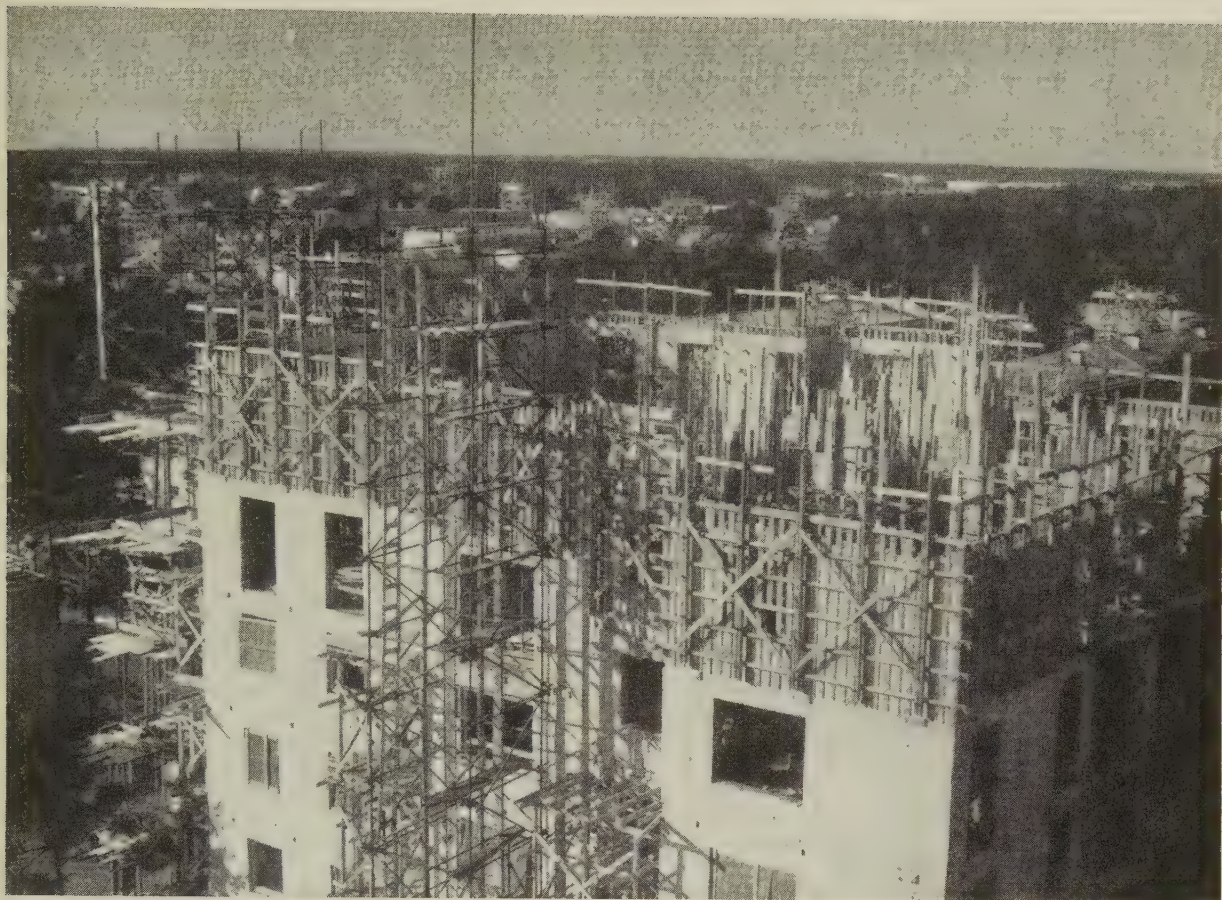
Med avseende på material är det allmänt bekant, att aluminiumlegeringar användas vid tillverkning av bil- och busskarosserier och att de även använts som konstruktionsmaterial för hus och broar i undantagsfall. Nya bestämmelser för konstruktioner av aluminiumlegeringar ha redan utgivits, bl. a. i USA. Det är sålunda tekniskt fullt möjligt, att aluminiumlegeringar och liknande material komma att allmänt användas i framtiden, men de äro alltför dyra idag.

I vilken utsträckning syntetiska material komma att visa sig användbara som konstruktionsmaterial i framtiden är omöjligt att säga nu, men utan tvivel blir det fallet i något avseende.

Man kan möjligen förvänta, att svagheter hos de gamla materialen komma att så småningom elimineras genom forskning.

Man får hoppas, att det politiskt spända tillståndet i världen idag skall ändras till det bättre. Tillståndet av väpnad beredskap under den närmaste framtiden måste emellertid leda till att man även vid konstruktionen av civila byggnader tar hänsyn till detonationsbelastningar.

Vad slutligen beträffar byggnadsmetoder och därmed sammanhängande frågor är det nu en tendens att skapa ett modulsystem för byggnader, så att monteringsfärdiga, standardiserade element kunna sammanfogas till byggnader, konstruerade i de mest skilda former. Om dessa ansträngningar bli framgångsrika, komma de att väsentligt ändra karaktären av konstruktörens arbete.



BOSTADSHUS AV BETONG

Kortfattad historik och synpunkter på den framtida utvecklingen

Av civilingenjör Holger Röhfors

Det är förf. obekant, när man första gången i Sverige utförde bostadshus med platsgjuten betongstomme. Först i början på 1930-talet blev emellertid metoden mera allmänt känd och det var från Norge vi fick impulserna.

De allra första husen av betong var inte renodlade betonghus — mellanbottnarna utfördes nämligen som järnbalksbjälklag. Det var då naturligt, att ur konstruktiv synpunkt behandla väggarna som centriskt belastade pelare. Man kontrollerade väggarna för centrisk knäckning. Väggarna var tunna och försågs med ett klen centriskt rutnät (fig. 1). Efter norskt föredöme värmeisolerades ytterväggarna på insidan.

Senare möjliggjorde lättbetong, särskilt anghärdad

Vinjetten: Grindformen är en ytterform utförd i sektioner, grindar, som med en enkel kran lyftes från våning till våning. Här är en grindform monterad i Blackeberg 1952. Entreprenör: Byggnadsfirman Ohlsson & Skarne AB.

DK 624.012.4 : 728.2

lättbetong, utvändig värmeisolering. Klinkerbetong bröt väg för massivbjälklag (fig. 2). Så var man framme vid den utformning av stommen, som vi nu anser karakteristisk för helgjutna betonghus.

Till en början räknade man inte med inspänningsmoment mellan bjälklagsplatta och väggar. Medveten om att momentet ändå fanns där lade man sprickarmering i plattans överkant vid ytterväggar. Från mitten av 30-talet till senaste kriget var det vidare vanligast, att ytterväggarna dubbelarmerades (fig. 3). Innerväggarna var enkelarmerade, hårt belastade väggar t. o. m. dubbelarmerade.

Stockholms byggnadsnämnd hade vissa föreskrifter för betongväggars konstruktiva utformning. Sålunda fordrades för enkelarmerade väggar: tjocklek minst 15 cm, vertikalarmering minst $\varnothing 12$ c/c 30, horisontalarmering 0,2—0,3 %, dessutom över och under öpp-

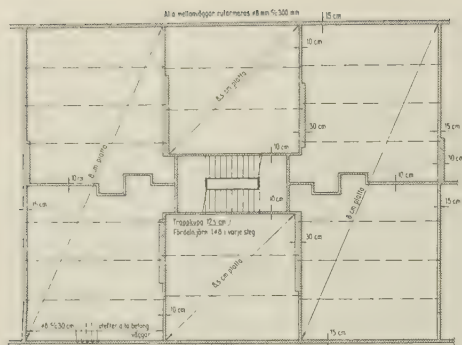


Fig. 1. Kv. Gräset nr 2, Stockholm. Utört 1930, konstruktör: Hj. Granholm.
Plan av väggar och bjälklag. Obs! 10 cm lägenhetsskiljevägg med 2 cm kork på var sida.

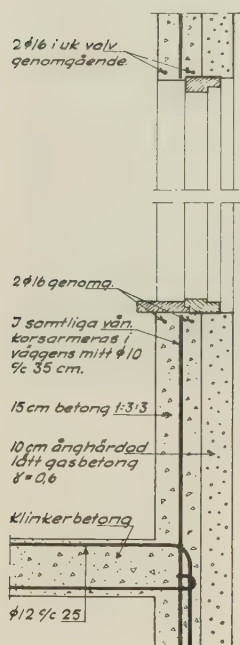


Fig. 2. Kv. Vitbetan, Stockholm.
Utört 1935, konstruktör: S. Hedman.
Sektion genom yttervägg.

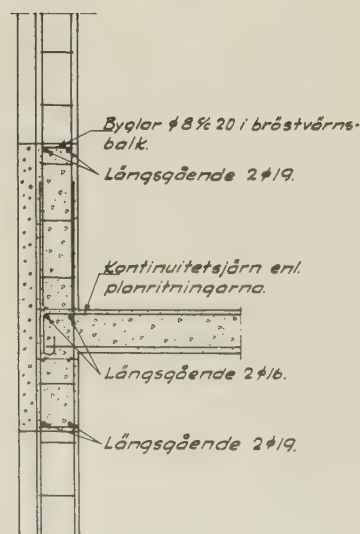


Fig. 3. Kungsklippan, Stockholm.
Utört 1934-35, konstruktör: V. Hallne.
Sektion genom yttervägg.

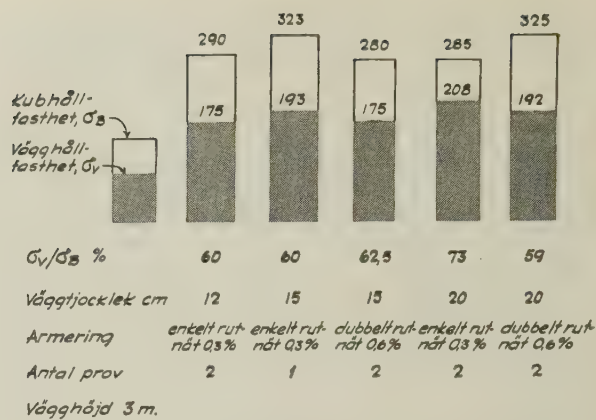


Fig. 4. Armerade betongväggar brothållfasthet vid centrisk belastning. Sammanställning av en undersökning vid Chalmers provningsanstalt år 1935.

ningar extra armering $\emptyset$ 16—19. Betongen var nästan utan undantag av blandning 1:3:3 (volymdelar). Några andra allmängiltiga bestämmelser fanns ej för betongväggar.

Utvecklingen gick vidare. Undersökningar på Chalmers provningsanstalt visade, att hållfastheten för betongväggar med *vanliga dimensioner* är oberoende av väggens slankhetstal och armering (fig. 4). (Senare danska försök (1)¹ med oarmerade väggar har visat att brottlasten för centriskt belastade väggar är 0,59—0,68 $\cdot \sigma_{kub}$, oberoende av vägg-tjockleken, som vid dessa försök varierade från 10 till 21 cm.) En teoretisk undersökning av Royen (2) styrkt av ytterligare undersökningar vid Chalmers gav vid handen, att för centrisk last eller last med liten excentricitet är oarmerad vägg lika stark som vägg med klen mittarmring. Man började alltså fråga sig, om det inte var möjligt att använda oarmerade väggar. Under tryck av krigstidens knapphet på material frågade man sig också, om inte vägg-tjockleken kunde minskas.

För en bärande innervägg, som oftast också är lägenhetsskiljevägg, är inte bara den bärande funktionen utan även ljudisoleringskraven avgörande för tjockleken. Tidigare erfarenheter tydde på att man borde kunna gå under 15 cm innerväggar. Ljudisoleringsmätningar utförda av civilingenjör O. Brandt i färdiga hus visade för ca 12 cm vägg-tjocklek en isoleringsförmåga av i medeltal ca 50 db, vilket väl uppfyller fordringarna.

Så småningom har alla erfarenheter och undersökningar resulterat i officiella föreskrifter (3, 4), vilka i korthet innebär: Man får gå ned till 12 cm tjocklek för bärande vägg. Denna tjocklek får också användas till lägenhetsskiljevägg i bostadshus. Om väggen skall armeras eller ej beror av den normalkraft och det moment, som påverkar väggen.

Innerväggar i vanliga bostadshus kan numera ofta göras oarmerade och 12 cm tjocka (5). Ytterväggarna behöver blott armeras för inspänningsmoment från bjälklagsplattan (fig. 5). *Kring öppningar fordras alltid extra armering, krymparmering!*

Det bör även noteras, att betongväggar alltmer användes som avlastande element, höga balkar eller

¹ Siffrorna inom parentes hänvisar till litteraturförteckning på sid 81.

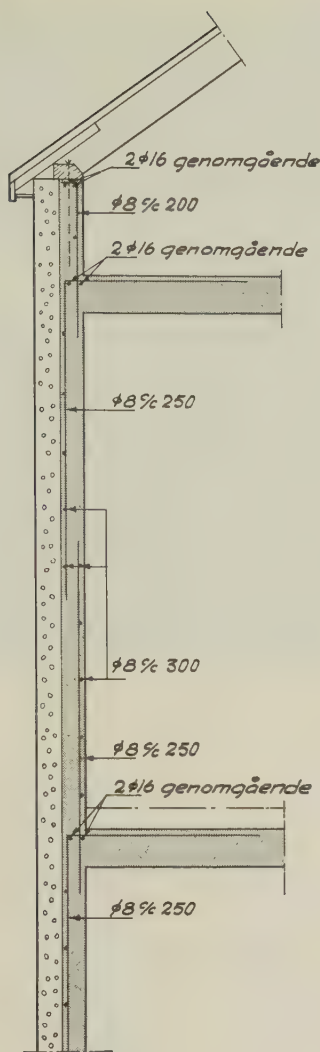


Fig. 5. Kv. Fåran, Hagalund.
Utfört 1950, konstruktör: I. Häggbom.
Sektion genom yttervägg.

skivkonstruktioner. Därigenom kan man utan skrymmande och dyrbara balkar frilägga utrymmen eller minska antalet bärande väggar i källaren.

En ca 12 cm tjock, oarmerad betongvägg är normalt den billigaste ljudisolerande och bärande väggen även om man bara tar hänsyn till byggnadskostnaden (6). I dagens läge är emellertid varje ökning av effektiva våningsytan av allra största betydelse. Utrymmesvinsten torde vara det, som f.n. talar allra starkast för invändiga betongväggar.

En lättbetongisolerad yttervägg av betong blir ca 25 cm tjock. Så länge man kan använda en lika tjock bärande och värmeisolerande, homogen lättbetongvägg kan den gjutna väggen under vanliga förhållanden icke konkurrera. Helgjutna betonghus i nu konventionell utformning har därför och kommer sannolikt blott att användas för hus med mer än 4 vån.

De helgjutna husens ekonomi är intimt beroende av formkostnaden. Man söker f.n. virkes- och arbetsbesparande formsättningsmetoder, varvid bl.a. glidform provats. De försök, hittills ett 10-tal hus med 7—10 vån., som gjorts i Sverige med hydraulisk formflyttning enligt *Concretor-Prometometoden* (7),

synes lovande (fig. 6). Man har dock funnit, att mycket brutna väggar och väggar med klena pelare mellan öppningar är hindersamma. Här som annars bör man för ett maximalt utnyttjande av byggnadsmetoden ta hänsyn till denna redan vid lägenhetsplaneringen och projekteringen av stommen. Erfarenheterna talar också för en sådan planering av byggnadsarbetet att formen kan lyftas uppåt kontinuerligt. Det våningsvis avbrutna glidandet, som f.ö. strider mot glidformens grundprincip, har givit sämre resultat.

Den diskontinuerliga gjutningen, som avbrytes vid varje bjälklag, har dock betydande arbetstekniska fördelar. I Danmark prövas f. n. en sådan metod. Fasadväggarna utföres med fabrikstillverkade lättbetongblock med pågjuten yta av vanlig grå eller vit betong (fig. 7). Blocken motgjøtes, varvid innerformen är vanliga formluckor. Det bärande stativet för fasadblock och innerformluckor flyttas etappvis uppåt på i princip samma sätt som vid hydrauliskt manövrerad glidform. Ett intressant experiment, som kanske kommer att visa sig fruktbärande.

För ytterformen till helgjutna hus är slutligen s.k. grindform en enkel, virkes- och arbetsbesparande metod, som i *Kåbys* utformning första gången användes på Södersjukhuset (Se vinjettbilden).

I smalhus blir sannolikt murade ytterväggar och gjutna innerväggar var för sig billigast. Det anses emellertid från byggarehåll, att den beräknade vinsten av gjutna innerväggar äts upp. Det blir nämligen organisatoriskt olämpligt att samtidigt gjuta och mura väggar i samma våningsplan.

Det är kanske inte möjligt att *med nuvarande bygg-*

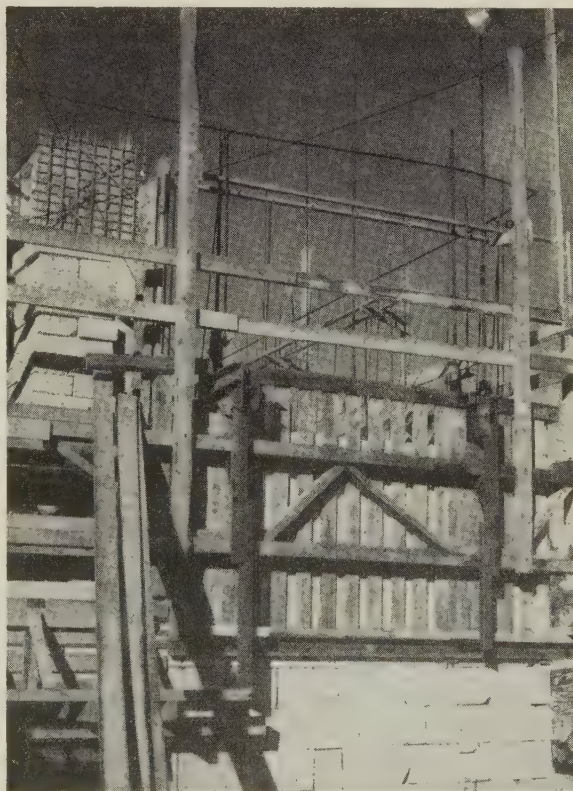


Fig. 6. Detalj av glidform på väg upp i ett 10-vån. hus i Blackeberg (Stockholm) 1952. Obs. lyftarna med sina oljeledningar. Entreprenör: Byggnadsfirman Ohlsson & Skarne AB.

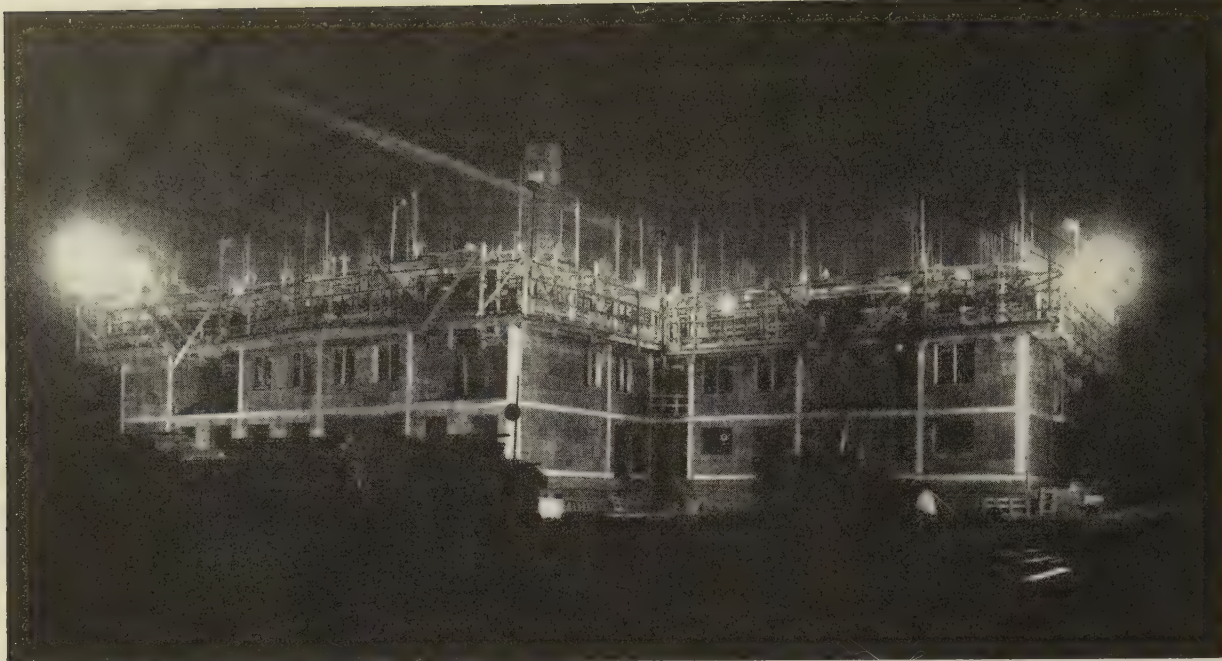


Fig. 7. 16 vån. bostadshus uppföres i Söndermarken (Köpenhamn) med hydrauliskt manövrerad glidform. Fasadväggar av fabriksstillverdade klinkerbetongblock. Entreprenör: Larsen & Nielsen.

metoder utnyttja de billiga invändiga betongväggarna i vanliga smalhus. Däremot syns det troligt, att man med utgångspunkt från den invändiga betongstommen kan finna lönande och intressanta vägar både för arkitekter, konstruktörer och byggare. Här skall blott anges några idéer, som man redan är eller varit inne på.

För det första skall en gång för alla konstateras, att *husbyggnadsbetong* bör utföras *putsfri* såsom redan genomförts för broar, vatten- och industribyggnader. Med riktigt utförd formsättning behöver man inte putsa vare sig tak eller väggar. Ytformmaterialet bör sannolikt vara vattenfast limmad plywood. Bult skall användas som stag i väggform. I USA är putsfri betong det normala i hyreshusen (fig. 8). Gjutningen utföres av negrer.

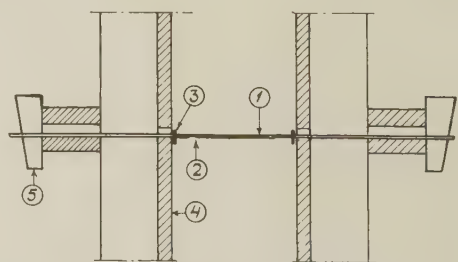
Det syns vidare klart, att en massiv, på platsen gjuten bjälklagsplatta utan puts i regel blir den billigaste konstruktionen i vanliga smalhus. Innan man söker sig över till monteringskonstruktioner, bör man överväga rationalisering av den massiva plattan. Just möjligheten att gjuta betongen på platsen ger många av dess fördelar gentemot andra material, bl. a. ökas stommens stabilitet och brandsäkerhet.

I detta sammanhang skulle förf. vilja fråga: Borde man inte av ekonomiska skäl överväga möjligheten att även i hyreshus lägga golv direkt på betongplattan i stället för att använda mer eller mindre flytande golv, speciellt övergolv på tung fyllning? I USA jämföras betongplattans överyta i omedelbart samband med gjutningen. Parkett eller annat golvmaterial läggs direkt på bjälklagsplattan. Sådana bjälklag finns här också t. ex. i de helgjutna husen på Kungsklippan i Stockholm. Veterligen har de varit tillfredsställande. Det skulle vara av intresse att få veta, om betongövergolv på tung fyllning verkligen ger bättre bjälklag.

Vi utgår här ifrån att smalhusets inre bärande väggar och bjälklagsplattorna utföres av betongskivor. Ytterväggarna bör av arbetstekniska och ekonomiska skäl göras icke eller i huvudsak icke bärande. Detta möjliggör, att den bärande stommen kan utföras med blott två arbetarekategorier, timmermän och betongarbetare. När stommen är färdig eller uppe i lämplig höjd sätts murarna in för att utföra allt mureriarbete i ett sammanhang, så som sker vid skeletthus. På detta sätt borde också de f. n. alltför få murarna kunna utnyttjas effektivare än med nuvarande byggmetod.

Utfackningsmurningen i ytterväggar kan göras ifrån eller eventuellt från utvändigt ställning, som då också användes för fasadputs.

Fig. 9 visar en smalhusplan dels med murade bärväggar och dels med »skelettstomme». Det inre bärande väggssystemet är i båda fallen detsamma. I betongalternativet uppbäres bjälklagsplattan i yttervägg



- ① Ca 1/4" bult av högkvalditet stål.
- ② Försvagning för brytning av bulten vid formrivning, c:a 1" från ytan.
- ③ Distansbricka.
- ④ 3/4" vattenfast limmad plywood.
- ⑤ Källas.

Fig. 8. Vägghus, amerikansk konstruktion. Formvirket är hyvlut, så att bultarna kan beställas i exakt längd från fabrik. Vissa detaljer på bultarna, sannolikt de kilformiga låsanordningarna, synes vara patenterade.

av en balk, som går ned till fönsteröverkant och löper runt hela huset, jfr fig. 10. Balken är upplagd på pelare, som kan inkorporeras i väggen eller dras helt innanför murverket alltefter möjligheterna att dölja pelarna i rummen. Pelarna skall placeras och utformas så att utfackningsmuren inte styckas sönder i onödan.

De icke bärande ytterväggarna kan utformas med stor frihet, t. ex. muras med lättbetong av isole-ringskvalitet. Lättbetongen kan putsas utvändigt eller förses med annan beklädnad t. ex. av tegel. I så fall bör beklädnadstegel (tegelstav) användas för att väg-gen skall bli så lätt som möjligt (fig. 10).

Om man jämför stomplanerna i fig. 9 finner man, att skelettstommen ger stora, fria fasadöppningar, vilket underlättar materialtransporterna under bygg-tiden. Formarna kan t. ex. transporteras från våning till våning i stora element. Detta är särskilt fördel-aktigt, när man använder plywood, som kan erhållas i stora skivor. Balk- och pelarformer bör göras mon-terbara och flyttas rakt uppåt.

Med nu vanlig planering av det inre, bärande sy-stemet, måste, som vi sett, pelare gjutas i skelettstom-mens fasad. Detta kan undvikas (med undantag för hörnpelare i gavlar) om flera innerväggar görs bä-rande, t. ex. väggarna A i fig. 9. I vissa fall ger sig denna stomutförning av planlösningen, fig. 11, dock inte i vanliga bostadshus. Dansken *Ishøy* har emeller-tid haft en avvikande mening (fig. 12). I anknyt-nig till stomsystemet utformades också en formsätt-ningsmetod, som försöksvis använts i Sverige (8). Formen var kanske inte så helt lyckad, men huset, i vilket den användes, är det inget fel på.

Låt oss återvända till det valda smalhusexemplet, fig. 9. Väggarna A utföres nu till dags av 7 cm plattor med puts på båda sidor, totaltjocklek ca 10 cm. En på platsen gjuten, bärande betongvägg måste enligt nuvarande bestämmelser vara minst 12 cm tjock och den blir mer än dubbelt så dyr som platt-väggen. Visserligen spar man fasadpelare, betongbal-ken över fönster samt armering i bjälklagsplattan, så det är möjligt, att en oputsad 12 cm vägg totalt sett blir lika förmånlig som plattvägg. Det är emellertid önskvärt, att göra väggarna A tunnare och billigare.

Eftersom det är fråga om väggar inom en lägenhet är det blott bärförmågan som bestämmer tjockleken. Ännu så länge har inga ingående provningar utförts på bärförmågan hos betongväggar tunnare än 10 cm. Förf. känner blott till en enda provning utförd här i Sverige. Därvid provades 6,5 cm väggar med sådant resultat, att man kan antaga, att 6—8 cm vägg borde vara tillräcklig i vanliga trevånings smarhus, om i hu-vudsak alla rumsskiljeväggar görs bärande. Ett par praktiska försök har också gjorts här i Sverige med så tunna väggar: Provhus i Virserum med på van-ligt sätt gjutna, 8 cm tjocka rumsskiljeväggar (9) och provhus i Vika med 6 cm tjocka uppstjälpta väg-gar (10). Både vid laboratorieprovningen och de prak-tiska försöken var väggarna oarmerade.

Trots att man i Virserum gjorde försöket lämpar sig 6—8 tjocka väggar inte att gjuta på vanligt sätt. (fig. 13). Väggarna bör gjutas liggande och monte-ras i sitt läge. Härigenom kan man också gjuta tunna betongväggar, som inte kräver puts.



Fig. 9. Överst: Smalhusplan med murade bärande inner- och ytterväggar samt icke bärande plattväggar som rumsskiljeväggar. Underst: Samma smalhus med bärande innerväggar av betong och ytterfasaden i huvudsak avlastad. Enbart bärande element har medtagits i detta fall.

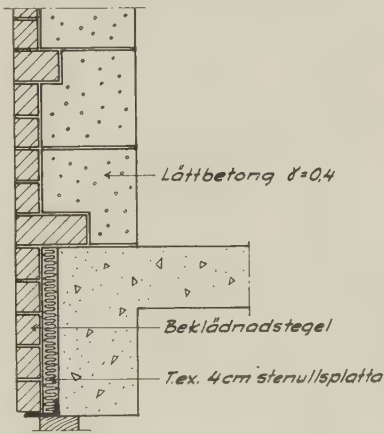


Fig. 10. Utfackningsvägg av lättbetong med beklädnad av tegel. Förbandet mellan beklädnad och isole-ringsmur har utfor-mats efter amerikansk förebild.

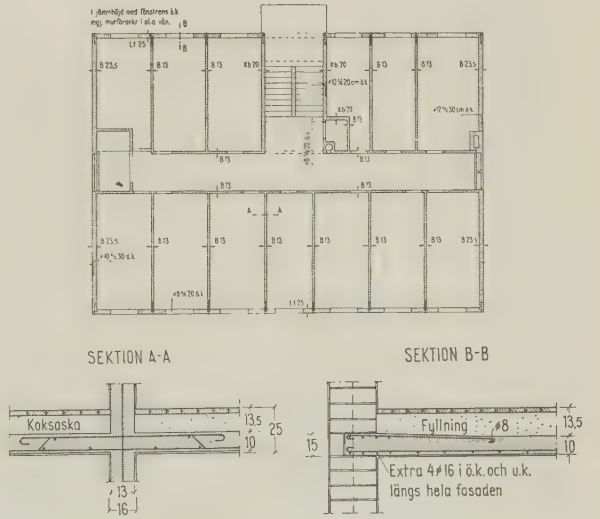
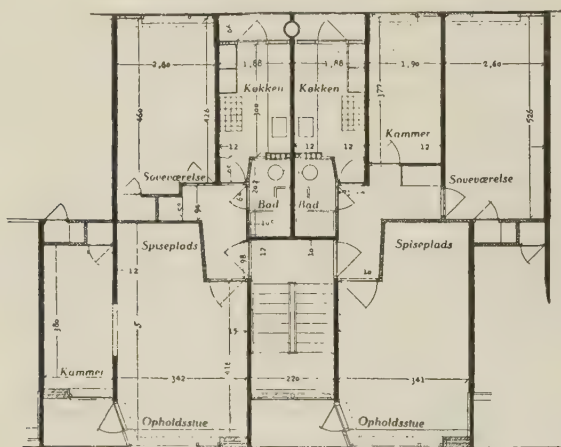


Fig. 11. Kv. Pontonjärkasern nr 7, Stockholm. Utfört 1934, konstruktör: Hj. Granholm. Huset innehåller blott enrumslägenheter. Plan och sektioner. Obs! Lägenhetskiljeväggarnas tjocklek 13 cm, bjälklagsplattans 10 cm.



Fig. 12. »Systemhuset» efter Isheys princip i Charlottenlund, Danmark. Arkitekt: Hubert Paulsen.
Ovan: Fasad.
Nedan: Del av våningsplan med bärande väggar kraftigt markerade.



En 8 cm betongvägg utan puts blir tunnare än en konventionell plattvägg. Väggens vikt är 500–550 kg per lm av vanlig våningshöjd. Gjutes väggen på bjälklagsplattan och stjälpes upp kan monteringen klaras med mycket enkel lyftanordning, även om väggarna är långa. Metoden har försöksvis använts för flervåningshus i Köpenhamn (11). Men förfaringssättet är sannolikt inte rationellt för flervåningshus.

Enligt förf:s erfarenhet bör man inte använda tunna, monterbara väggskivor med dörröppningar. Balken ovan dörren, 0,5–0,7 m hög, blir för liten och spricker ofta, när väggen sättes upp. På endera sidan av öppningen blir merendels också väggpelaren smal och svag. *Det syns lämpligt, att alltid dela väggen vid dörröppning.* Väggsnittet ovan dörren kan t.ex. levereras med dörren från snickerifabriken. Ofta är kanske denna delning tillräcklig för att ge väggelement med lagom vikt för en icke alltför dyrbar kran.

I exemplet, fig 9, blir t. ex. största väggelementets vikt ca 1,6 ton.

Om en kran ändå behövs skall den utnyttjas för högsta grad av monteringsbyggeri. Det blir då sannolikt lämpligt att montera alla bärande väggar. Lägenhetsskiljeväggar och väggar med kanaler kan utföras som dubbla väggar — så som redan tillämpats av ingenjör Ernst Sundh i Avesta (12) (fig. 14). Lägenhetsskiljeväggarna är emellertid så långa, att monteringsvikterna blir stora, om väggarna skall göras utan skarv. I exemplet, fig. 9, blir t.ex. max. vikt för 8 cm enkelvägg ca 3,2 ton. Det är emellertid ingenting som hindrar, att man delar upp väggarna i kortare element. *En förutsättning här för är dock enligt förf:s åsikt, att bjälklagsplattan gjutes på vanligt sätt.* När plattan krymper, drar den ihop väggarna. Man undviker i möjligaste mån sprickor i väggskarvar. Gjutes plattan i sitt läge undviker man dessutom besvärliga och svårlösta skarvproblem mellan monterbart bjälklag och väggar samt sist men icke minst utnyttjar man den platsgjutna plattans konstruktiva fördelar.

Utför man bjälklaget som monterbara skivor ökar kranlasterna kraftigt. Den minsta skivvikten enligt fig. 9 blir t. ex. ca 4,5 ton. Med speciella kranar kan man dock klara montering av både vägg- och bjälklagsskivor, som bl. a. ingenjör Sundh visat. (Se fig. 15–17). Om man bara monterar väggarna kan man använda lättare, billigare kranar, som av andra skäl redan börjat tränga in på byggena.

Den här angivna skeletthusmetoden för smalhus bör kunna medföra förenklingar i produktionstekniken,

Fig. 13. Från provhuset i Virserum. Trots mycket noggrann gjutning lyckades man ej helt undvika sår i de 8 cm tjocka väggarna.

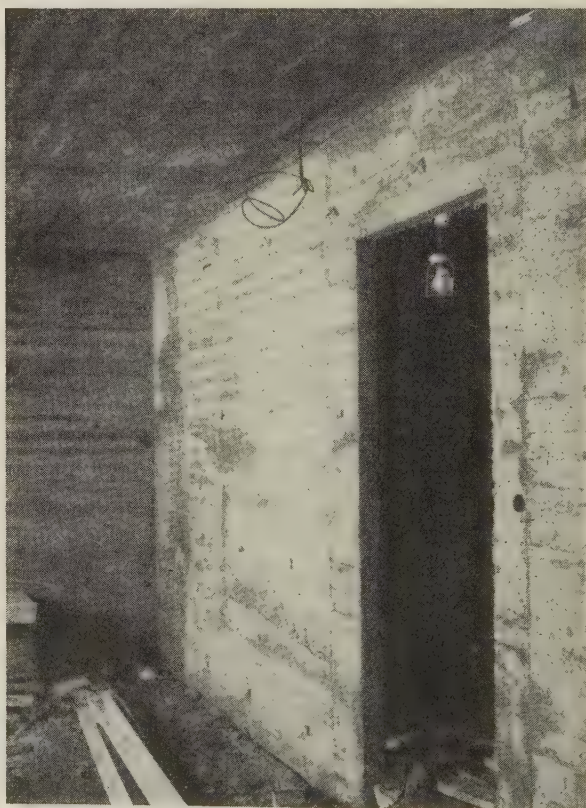




Fig. 14. Monterbart betonghus under uppförande enl. ingenjör Sundhs metod. Samliga väggar är av betong och 10—15 cm tjocka. Väggarna utvändigt värmeisolerade med mineralull och klädda med 1/2-stens fasadtegel. Alla invändiga väggytor är så släta att putsen kan slopas. (Foto: Sälgstrom)

speciellt om flera småhus årligen bygges på en ort. Det syns bl. a. tänkbart, att väggelement i standard-tjocklek och standardhöjd tillverkas i önskad längd på fabrik. De monteras med kran, som också utnyttjas för montage av bjälklags- och annan eventuellt erforderlig form. Kranen bör kanske också vara kapabel att transportera färdigblandad betong vid bjälklagsgjutningen.

Redan nu finns antydningar till den typ av betongskeletthus, som här skisserats. Det fordras dock ett intensivt, kanske både dyrbart och långvarigt arbete, innan metodens alla möjligheter utnyttjats och utarbetats i detalj. Å andra sidan kanske åtskilliga möjligheter till rationalisering av småhusens byggande ligger förborgade i metoden.

Litteraturförteckning:

1. Glarbo, O: Uarmerede betonvægges bæreevne. Ingeniøren nr 25, 1951.
2. Royen, N: Excentriskt belastad pelare eller vägg av material, som ej kan upptaga dragspänningar. Teknisk Tidskrift nr 4, 1937.
3. Kungl. Byggnadsstyrelsen: Anvisningar till byggnadsstadgan.
4. Statliga betongbestämmelser, 1949.
5. Svenska Cementföreningen: Helgjutna betonghus.
6. Backmark, L och Hultquist, S: Konstruktiva synpunkter. Byggmästaren nr 23, 1951.
7. Svensson, S.-E.: Glidformsgjutning med hydraulisk formlyftning. Betong nr 3, 1951.
8. Kauffeldt, I: Lamellformar vid gjutning av betonghus. Cement och Betong nr 5—6, 1941.
9. Ödman, Sven T. A.: Ett försöks-hus av betong i Virserum. Cement och Betong nr 3, 1950.
10. Hellberg, K.: Småhus av betong. Cement och Betong nr 4, 1948.
11. Laursen, J. A.: Aktuella byggnadsproblem i Danmark. Byggmästaren nr 1, 1950.
12. Strokirk, Evert: Hur montage av flerfamiljshus kan förbilligas. Teknisk Tidskrift nr 30, 1951.



Fig. 15. Ytterväggar utförda av monterbara element av direktgjuten lättbetong.

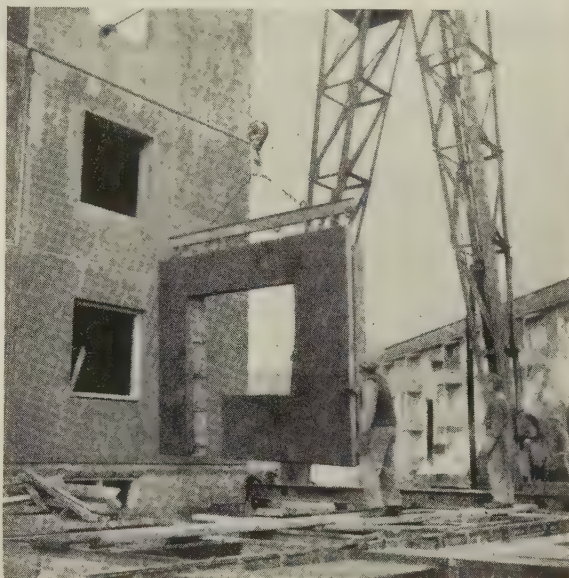
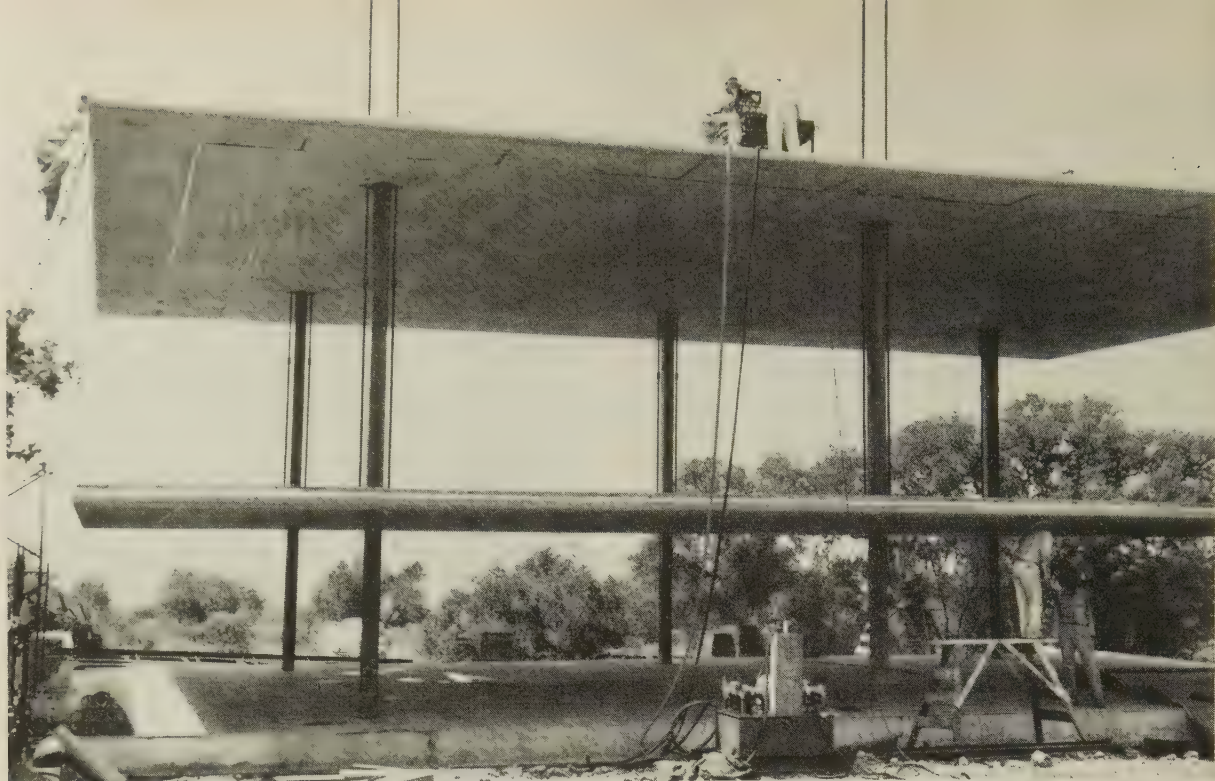


Fig. 16. Ytterväggselement lyftes från gjutformen.



Fig. 17. Stagning av monterad innervägg.



LYFTNING AV BETONGBJÄLKLAG

En ny metod att gjuta betongbjälklagen på marken eller på nedersta bjälklaget och sedan lyfta dem till sitt rätta läge i byggnaden har lanserats i Amerika. Det är »The Youtz-Slick Lift Slab Method» (uppkallad efter Philip Youtz och Tom Slick), som bl. a. använts vid uppförandet av ett flertal byggnader vid Trinity College i San Antonio, Texas.

Bjälklagen gjutes ovanpå varandra med mellanlägg av papper. Lyftningen utföres med hydrauliska domkrafter. När den önskade höjden nåtts fästes bjälklagen slutgiltigt med stödanordningar, som inpassas under i betongen ingjutna stålringar och som svetsas till pelarna.

Varje hydraulisk domkraft kan lyfta ca 45 ton i upprepade lyft om 2" per lyft. Trycket upprätthålles med en 10 hkr elektrisk motor, manövrerad av en enda person från en manövereringscentral.

Arbetet tillgår på följande sätt: Den hydrauliska vätskan pressar kolven uppåt i cylindern och lyfter två dragskruvar, som passerar genom stålringarna

DK 69.057-7:624.025.2 (73)

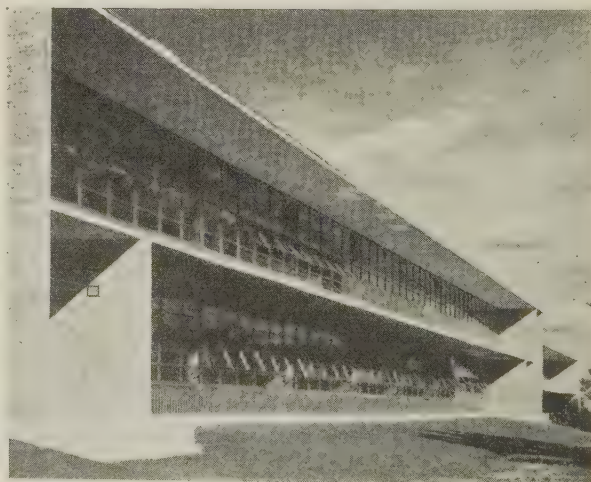
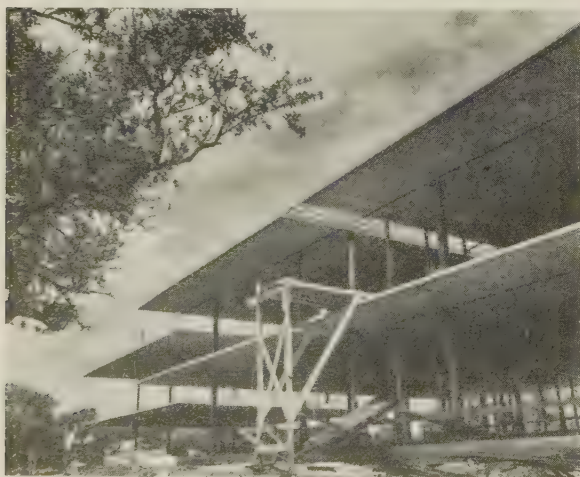
och som är fästade vid plattans underkant. Fyra låsmuttrar håller dragskruvarna på plats för att bibehålla den uppnådda höjden efter varje lyftning. Lyfthastigheten är ca 1,2 m per timme.

Bjälklagen för det första huset vid Trinity College utfördes i sex sektioner. Öppningar lämnades mellan de olika sektionerna för att senare gjutas igen med betong. Härigenom fick man en god sammanhållning hos bjälklaget som ger byggnaden stabilitet samtidigt som smärre olikheter i tjockleken hos plattsektionerna kunde utjämnas.

Slab Lift-metoden kan användas även för högre byggnader. Vid uppförandet av ett 10-vånings hotell tillverkades de första tre bjälklagen på marken och lyftes upp på ovan angivna sätt. De tre efterföljande bjälklagen gjöts på det översta av de först färdigställda bjälklagen samt upplyftes och fastsattes var efter ytterligare tre bjälklag tillverkades och lyftes.

(*Architectural Forum och Magazine Reprint*)

Photograph courtesy of Trinity College.



VÄGG- OCH BJÄLKLAGSKONSTRUKTIONER I FRANKRIKE

Vid Building Research Congress 1951 i London höll den franske ingenjören A. Marini, föreståndare för Centre Scientifique et Technique du Batiment i Paris, ett föredrag om aktuella utvecklingslinjer för den bärande stommens konstruktion i Frankrike. Med vederbörlikt tillstånd återges här nedan det huvudsakliga innehållet i denna redogörelse, som i sin helhet finnes återgiven i rapporten från kongressen (Division I). Översättningen har gjorts av civilingenjör Knut Hellberg.

Red.

DK 624.022+624.025 (44)

VÄGGAR

Tidigare utförande

År 1945 var det ont om tegel och cement, trä var mycket dyrt och kriget hade skingrat skaran av yrkesskickliga arbetare. Det är under sådana förhållanden inte att förvåna sig över att forskningsarbetet huvudsakligen sattes in på att avhjälpa de härav betingade svårigheterna. Detta kännetecknar också de första system som kom fram och som i stora drag kan delas upp i tre principiellt olika typer:

1. Hålkroppselement av betong.
2. System med bärande skelettstomme och icke bärande tunna skivor.
3. Plattor eller tunna skivor, bärande eller delvis bärande.

Det var först sedan plåt började användas mera allmänt till former som konstruktioner med platsgjutet betong kom i förgrunden. Även i detta fall ledde behovet av att spara på material till konstruktioner med hålkroppselement i väggar, ibland med mycket stora ursparingar, vilka reducerade den erforderliga betongvolymen och därmed cementmängden till ett minimum.

Vad ville man nå med dessa olika system?

1. *Hålkroppselement av betong.* Dessa block skulle ersätta mera traditionella material. Man ville ha fram små eller medelstora, relativt lätta element, som kunde hanteras utan speciella lyftanordningar och som åtminstone i princip inte krävde yrkesskickliga arbetare vid monteringen. Dessutom skulle elementen ha lämpliga fysikaliska och mekaniska egenskaper. Den erforderliga värmeisoleringen erhöles i huvudsak med hjälp av luftkanaler eller luftspalter eller med låg volymvikt hos betongen (pozzolana, no-fines, klinker osv.).

Alla dessa olika system passade bra för den i Frankrike markanta förkärleken för massiva konstruktioner. De var också i stort sett lämpliga och genom att man kunde använda blocken som kvarsittande form gjorde dessa system det möjligt att finna ett enkelt och tillfredsställande sätt att komplettera väggar av armerad betong.

I några fall har block med mycket tillfredsställande ytbehandling tillverkats på fabrik i stor skala. Dessa block med konststensyta har använts till stora byggnader, ibland även i städer med historiska byggnader som ställer stora estetiska krav på nybyggnader i omgivningen. Försök har också gjorts att foga ihop blocken utan bruk, varvid man ofta har använt geniala fogsystem.

Det borde kanske också nämnas, att moderna maskiner har satts upp för tillverkning i stor skala av block av vanlig betong eller klinkerbetong, särskilt på sådana platser där många byggnader förstördes under kriget och där det är ont om naturliga råmaterial.

2. *System med bärande skelett och icke bärande tunna skivor.* Avsikten med denna typ var att snabbt resa ett skelett av monteringsfärdiga stål- eller betongelement och sedan fylla ut med tunna, icke bärande betongskivor med måttlig storlek (0,25—0,75 m²).

Byggnaden hade ofta ett tak, vars bärande delar ingick som integrerande del i den övriga skelettstommen, vilket gjorde det möjligt att slutgiltigt färdigställa byggnaden under tak.

Skivorna fästes i stommen på något av följande sätt:

Mekaniska fästeanordningar, t.ex. någon form av spont — not.

Kramlor i skivornas fogkanter.

Fogning med bruk, som anbringades antingen med murslev eller med spruta.

Denna konstruktionsmetod medför naturligtvis snävare toleranser än vid traditionella bygghetoder och förutsätter också att man använder något modulsytem både i plan och i höjddled.

En del intressanta konstruktioner har kommit fram och några av dem har använts i stor omfattning, kanske beroende på att metoden är enkel i princip och på att den är materialbesparande.

3. *Plattor eller skivor, bärande eller delvis bärande.* I motsats till de två föregående innebär detta system att det utvändiga skalet reses upp före betongskelettet. Denna idé, som kan synas något egendomlig, syftade till

a) att få användning för de armerade betongplattorna för byggnadens bärförmåga och stabilitet som helhet.

b) att i stället för den dubbla monteringen av delar till skelettstommen och av plattorna i utfyllnaden använda endast en montering. När plattorna en gång är monterade kan den bärande skelettstommen gutas utan att det behövs någon mera betydande formsättning.

c) att eliminera problemen som hör ihop med fastsättningen av plattorna vid stommen. Till en början var plattorna eller skivorna av ordinär storlek, ca 1 m², men de hade ibland full våningshöjd och kompletterades med en isolerande väggskiva som restes inifrån.

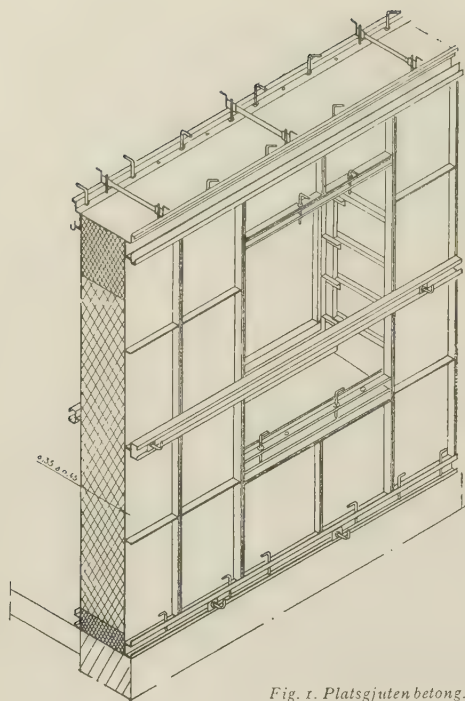


Fig. 1. Platsgjuten betong. Metallformar.

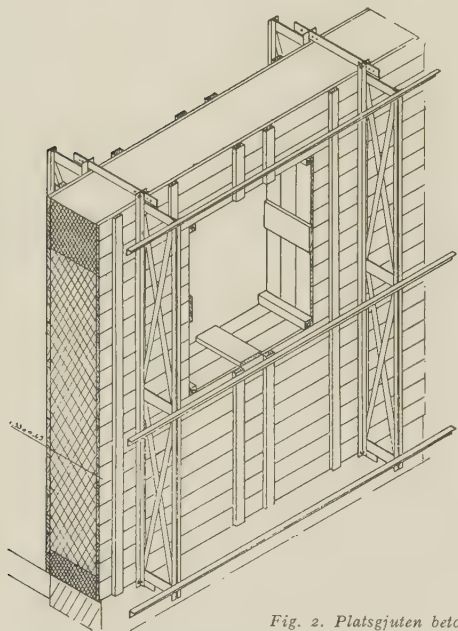


Fig. 2. Platsgjuten betong. Formar av stål och trä.

Denna konstruktionsmetod var relativt enkel och mycket materialbesparande, vilket möjligen är orsaken till att några av dessa system hade fått en omfattande och väl känd användning före kriget.

Nuvarande utvecklingslinjer

Fram till 1948 var situationen i Frankrike vad beträffar nya byggnadsmetoder ungefär den som ovan skisserats. Men senare ändrades de ekonomiska förhållandena en hel del. Tillgången på material ökade, yrkesskickliga arbetare kom tillbaka och nya tränades upp, konkurrensen mellan entreprenörer blev hårdare, byggnadskontrollen blev strängare och stora byggnadsfirmor, som hittills hade specialiserat sig på statliga byggnadsobjekt kom med i tävlingen om entre-

prenader. Med hänsyn till allt detta måste man ta monteringsbyggandet under förnyat övervägande.

Detta är anledningen till att utvecklingslinjerna fr. o. m. 1949, och kanske framför allt fr. o. m. 1950, är delvis nya och värda att speciellt studeras. Enligt förf:s åsikt stämmer de väl överens med byggnadsindustrins verkliga behov och kan utgöra ett betydelsefullt och inte bara tillfälligt tillskott till byggnadstekniken.

Det verkar som om ett stort antal byggnadsfirmor strävar efter att bygga med monteringsbara element. Även om denna utvecklingslinje inte är generell är den dock fullt märkbar.

Om man bortser från sådana system som kan sägas vara exempel mer på långt driven monteringssteknik än på system för väggkonstruktioner, är det framför allt följande metoder som användes på större byggnadsplatser:

1. Betong, gjuten på platsen i formar med full våningshöjd och så utformade att de kan användas ett stort antal gånger. Vanligen användes klinker-, pozzolana- eller no-fines-betong.
2. Betongplattor eller skivor med olika storlekar som ibland ingår i det bärande systemet och ibland inte. I varje fall användes de tillsammans med ett bärande betongskelett och en invändig vägg av tegel, betongblock eller andra element, t. ex. av gips. Plattorna eller skivorna är försedda med färdig utvändig yta.
3. Fullt färdiga väggelement med våningshöjd, helt eller delvis bärande, vilka har färdigbehandlade ytor och är försedda med öppningar för fönster. Elementen har också alla erforderliga anordningar för att fästa anslutande delar och även snickerier.

De viktigaste orsakerna till att dessa system haft relativt stor framgång men att de fortfarande har kvar en del svårigheter att övervinna skall ges i stora drag i följande analys.

1. *Betong gjuten på platsen.* Det stora behovet av formar medför en stor kapitalinvestering och underhållskostnaderna är långt ifrån obetydliga. Det skulle vara förhastat att på det här stadiet jämföra fördelarna hos de olika formtyperna — stål, trä och stål, lättmetall eller nät stött av ramar osv. (se fig. 1, 2, 3). I varje fall har dessa system betydande fördelar:

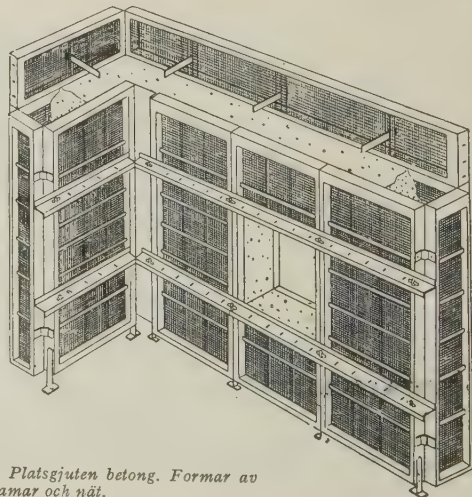


Fig. 3. Platsgjuten betong. Formar av metallramar och nät.

Bygghastigheten blir otvivelaktigt hög. Ett lag om sex arbetare kan på 48 tim. gjuta två lägenheter och flytta formarna.

I de flesta fall tillåter anordningarna att väggar och mellanväggar kan gjutas på samma gång.

Man klarar sig med relativt oskolade arbetare, övervakade av en verkmästare.

Cementmängden kan minskas genom att man använder no-fines-betong.

För vanliga byggnader behövs inte något bärande betongskelett.

Systemet kan tillämpas på praktiskt taget alla hus-typer. Formarna kan konstrueras så att de passar alla planlösningar, förutsatt att fönstren inte är alltför stora.

Å andra sidan har dessa system följande nackdelar: Väggarna måste putsas.

För den utvändiga ytbehandlingen erfordras ställningar.

De är inte helt fria från svårigheter som förorsakas av betongens krympning (sprickor under fönster).

Fönsterkarmarna måste vanligen sättas in efteråt.

Det förutsätter att åtminstone 50 lägenheter bygges på en gång.

Dessa byggnadsmetoder är ekonomiska och gör det möjligt att organisera byggnadsplatsen på ett rationellt sätt. De har också en intressant psykologisk effekt därigenom att den fortgående användningen av formarna tvingar fram en viss rytm i utförandet. Allt detta gör att man snabbt och ekonomiskt kan få upp stommen till framför allt en- och tvåplanshus.

För att komma ifrån den dåliga yta som dessa metoder ger, har man gjort en del mycket intressanta försök med kvarsittande form, som består av fabriks-tillverkade ytbehandlade element. Som förut nämnts har de prövats grundligt och har också använts i stor skala, och otvivelaktigt får man på det sättet fram ett helt annat och mycket bättre utseende hos byggnaden. Men hur geniala de olika metoderna att få dessa element att ligga rätt än är, så går många av de ursprungliga systemens fördelar förlorade i praktiken, t. ex. billigt och snabbt utförande, då det behövs yrkes-skickligt folk och då betongen måste gjutas i inte alltför höga skikt åt gången. De metoder vid vilka platsgjuten betong användes tycks därför vara lämpliga antingen för billiga bostäder med inte allför höga krav på utseendet eller också för relativt dyra konstruktionssätt. Ytbehandlingsproblemen begränsar tydligen användningen av dessa byggnadsmetoder.

2. *Plattor med färdig yta.* I det här fallet är det bara det yttre skalet som tillverkas på fabrik i form av plattor, vanligen med våningshöjd och förstärkta i mitten, på sidorna eller runt om. Ibland tillverkas speciella plattor eller skivor med fönsteröppningar (se fig. 4, 5, 6). Elementen fästes direkt i den bärande stommen, och vare sig stommen lämnas synlig eller ej tycks infästningsproblemen inte ha erbjudit några större svårigheter. Det är relativt enkelt att beräkna stommens sättning och skillnaderna i rörelse mellan stomme och plattor.

Andra system använder mindre plattor som fästes t. ex. direkt i utfyllnaden med hjälp av rostbeständiga kramlor eller speciellt utformade förbindningar. I varje fall måste utförandet anpassas efter arkitektens

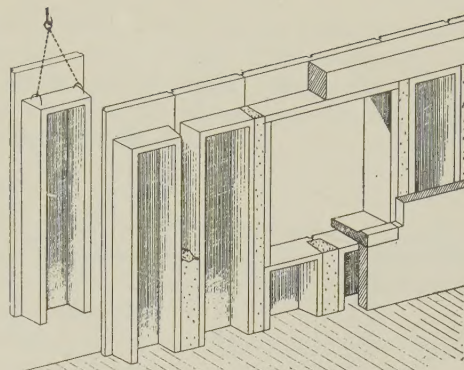


Fig. 4. Plattor, uppstyvade med ramar, i full våningshöjd.

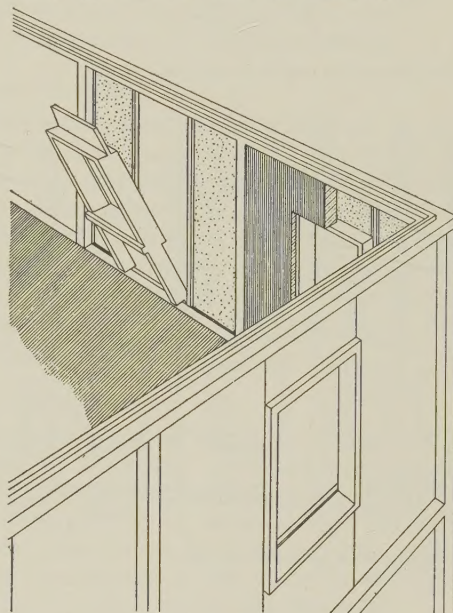


Fig. 5. Stora väggskivor med färdig utvändig yta.

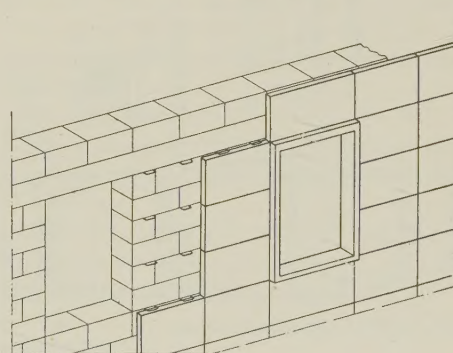


Fig. 6. Fabriksstillverkade fasadplattor.

önskemål och också efter typen av ytbehandling. Ytans färg och struktur är viktiga synpunkter att ta hänsyn till och kan avgöra om metoden är användbar eller ej.

Det bör kanske nämnas att det är blocktillverkarna som kommit på idén att skilja det utvändiga skalet från blocken i stommen eller i utfyllnaden. Av olika orsaker har de bestämt sig för att tillverka blocken på platsen och fasadplattorna på fabrik. Plattorna har relativt låg vikt och är lätta att transportera och dessutom har man på fabriken större möjligheter att få fram ytor som kan tillgodose olika estetiska önskemål.

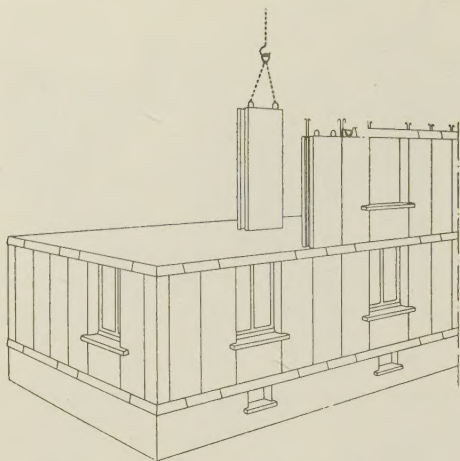


Fig. 7. Monteringsfärdiga väggblock med färdiga ytor.

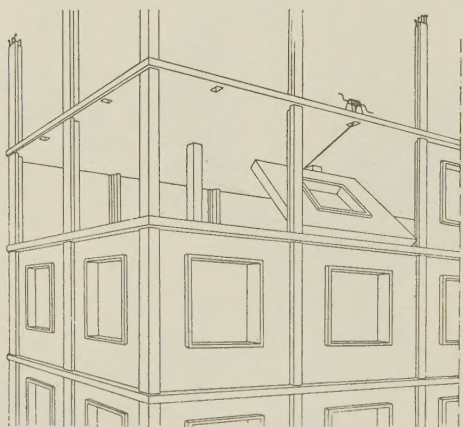


Fig. 8. Stora väggskivor, gjutna på bjälklaget.

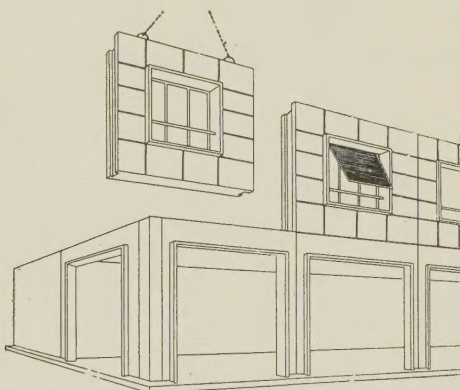


Fig. 9. Stora väggblock, tillverkade i verkstad.

Dessa system har följande viktiga fördelar:

Trots att väggen kan byggas upp snabbt och billigt av t. ex. håltegel- eller betongblock kommer byggnadens slutliga utseende att väl överensstämma med det man får med t. ex. fasadtegel eller natursten.

Då plattorna nödvändigtvis måste tillverkas av kvalitetsbetong kommer de att bli synnerligen vattentäta och frostbeständiga, och deras hållbarhet är odiskutabelt överlägsen putsens.

Om plattorna har valts ut omsorgsfullt fordrar fasadytan praktiskt taget inte något underhåll och kan lätt göras ren med vatten.

Enheterna är relativt lätta (deras vikt överstiger

endast i undantagsfall 500 kg) och kan lätt hanteras med hjälp av vanliga, mindre kranar och kan användas till mycket höga byggnader.

Materialåtgången är liten. Plattor som tillverkas i stor skala på fabrik kan därför med framgång konkurrera i pris med traditionella material, som ger likvärdig kvalitet.

Dessa system kan anpassas efter ganska skiftande arkitektoniska önskemål. Sålunda är de t. ex. lämpliga när man vill ha ett oputsat betongskelett synligt i fasaden eller när man vill använda kanalväggar.

Å andra sidan för de med sig en del nackdelar:

De kan användas endast av medelstora eller stora byggnadsfirmor, vilka är erkänt skickliga och väl kända till uppförandetekniken och de organisationsproblem, som tillverkningen och monteringen av enheterna medför. Skador på plattor eller slarv vid monteringen måste undvikas.

De kan användas endast när byggnadsprojektet har en viss storlek och är ekonomiska endast om man kan ordna tillverkning på platsen, vilket går om minst 100 eller 150 lägenheter bygges på samma gång.

De för med sig många fogar, huvudsakligen vertikala, vilka är svåra att klara av då de är så tunna (särskild omsorg vid utförandet och ständig övervakning är nödvändig).

De eliminerar inte de många svårigheterna med den invändiga ytbehandlingen, med undantag för trappväggarna, som ibland kan utföras på samma sätt som ytterväggarna.

3. Element som ger fullt färdiga väggar. Principen är den, att man på verkstad eller på platsen tillverkar väggsektioner i våningshöjd och med en bredd, som varierar för olika system (0,6—4 m). Till dessa väggblock användes betong med låg volymvikt (klinker- eller pozzolanbetong) eller vanlig betong. Väggen har fullt färdig yta, vilket man fått fram t. ex. med hjälp av fasadplattor, använda som kvarsittande form. För fönsterpartier och mellanväggsanslutningar användes speciella väggblock. Väggblocken är konstruerade så, att de kan vara bärande även i flervåningshus men kan givetvis också utformas så, att de användes endast som utfyllnad i byggnader med stål- eller betongskelett. (Se fig. 7, 8, 9).

Det verkar som om denna relativt nya idé med tunga monteringsbara element, som har börjat användas av stora byggnadsfirmor, mycket snabbt skulle leda till en ännu mer avancerad fabrikationsteknik, vari även ingår invändiga ytbehandlingar och snickerier. Även om väggblock med färdig utvändig yta är en avancerad konstruktion, skulle dock block som även har färdig invändig yta, inklusive alla erforderliga infästningsanordningar för t. ex. snickerier och installationer, vara ännu mera intressant för byggnadsindustrin. Svårigheterna att hantera och montera tunga element skulle säkerligen till stor del kompenseras av alla de fördelar som sådana byggenheter skulle erbjuda. Som en konsekvens därav verkar det som om konstruktioner med fullt färdiga väggelement skulle utvecklas ännu mera inom den närmaste framtiden. På det sättet blir det möjligt att färdigbehandla båda väggsidorna på fabrik, och de som monterar väggelementen är de enda specialarbetare som behövs på

arbetsplatsen — så mycket mera som detta byggnadssystem naturligtvis kommer att utökas med element även för mellanväggar och bjälklag.

Naturligtvis medför detta system sådana svårigheter, som man alltid måste räkna med när det gäller tillverkning av tunga element:

Verkstaden måste vara tillräckligt stor och måste ha traverser.

Lyft- och transportanordningarna måste vara kraftiga.

Arbetet måste organiseras i detalj.

Speciella anordningar är nödvändiga, om systemet skall användas för byggnader i flera våningar.

Innan tillverkningen sättes i gång måste detaljerade, slutgiltiga ritningar vara klara för hela byggnaden.

Systemet förutsätter omsorgsfullt studerad planering av tillverkning, transport och montering samt en effektiv organisation på arbetsplatsen.

Dessa krav innefattar en del av det som är nödvändigt på alla större arbetsplatser, där allmänna byggnader uppföres.

Fördelarna är sådana, att det knappast finnes någon anledning varför detta sätt att lösa byggnadsproblemen inte skulle betala sig, när en stor byggnadsfirma bygger ut ett större bostadsområde. De viktigaste fördelarna synes vara:

Avsevärd besparing av arbetskraft.

Högklassig och mera effektiv industriell produktion.

Snabb tillverkning.

Större oberoende av varierande väderleksförhållanden.

Eliminering av allt murnings- och putsningsarbete.

Billigare invändiga och även andra, speciella ytbehandlingar.

Möjligheter att underlätta installationsarbetet.

Trots att byggnadssättet skiljer sig i så hög grad från de traditionella, så kan den på det sättet uppförda byggnaden ges ett utseende man är van vid.

Detta är i stora drag den nuvarande utvecklingslinjen för byggnadstekniken i Frankrike. Anledningen till att den tagits upp i denna artikel är att dessa byggnadssystem gjort det möjligt för stora byggnadsfirmor att bygga ut relativt stora bostadsområden (300—600 lägenheter) till lägre kostnad än vad som skulle ha varit möjligt, om traditionella konstruktioner och metoder hade använts.

Problem vid tillämpningen av dessa nya system

En noggrann undersökning av de olika systemen visar, att de uppfyller alla rimliga anspråk på stabilitet och att de i allmänhet ger väggar med god kvalitet. Översikten ovan visar, att dessa moderna utvecklingslinjer går mot fabriktillverkning av byggnadselement med färdiga ytor. De invändiga ytorna tycks inte vara så svåra att klara av. Däremot stöter man tydligt på större problem vid framställningen

av den utvändiga ytan. En del firmor har av allt att döma löst dessa problem tillfredsställande, men de har hittills inte studerats vetenskapligt. Med tanke därpå skall här ges ett program för vad som framför allt bör undersökas.

1. Villkor i allmänhet.

- a) Med tanke på den utvändiga ytans kvalitet kan det bli nödvändigt att använda relativt dyra ballastmaterial. Detta medför att ytskiktet måste göras ganska tunt.
- b) Efter gjutningen skall betongen inte behöva behandlas i någon större utsträckning.
- c) Behandlingen måste kunna utföras snabbt och får inte ta formarna i anspråk för länge.
- d) Den måste vara så billig som möjligt.

2. Speciella villkor.

- a) Man måste kunna behandla inte bara en utan även två lodräta ytor, om så skulle vara nödvändigt.
- b) Behandlingen får på inga villkor ändra byggnadselementens form — kanterna måste förbli skarpa.
- c) Behandlingen skall vara lämplig att användas för relativt stora ytor, i storleksordningen från några m², och med en längd av åtminstone tre meter.
- d) Behandlingen måste automatiskt ge en likformig och absolut jämn yta.

3. Tekniska villkor.

- a) Behandlingen skall begränsas till ytan och får inte påverka betongens egenskaper, framför allt inte dess vattentäthet, hållfasthet och vidhäftning till armeringen.
- b) Den måste ge en hård yta, som står emot väder och vind och som är lätt att tvätta eller skrapa av.
- c) Alla hårsprickor måste undvikas helt.

Det är svårt att finna en metod, som ger en yta som uppfyller alla villkoren, särskilt som de estetiska kraven är så olika. Emellertid har det nu blivit väsentligt för industrin att känna till åtminstone en lämplig behandling.

De f. n. mest använda behandlingarna är:

1. Tvättning av ytan. Genom denna behandling av det relativt färska bruket frilägges ballastkornen utan att lossna.
2. Speciella behandlingar t. ex. borstning eller skrapning av färgat bruk.
3. Pressgjutning varvid färgat bruk användes.
4. Slipning.
5. Sandblåstring.
6. Pikhamring.

I Frankrike har vid tillverkning i stor skala det mest ekonomiska resultatet erhållits med hjälp av de tre första metoderna, vilka förutsätter en speciell teknik och särskilda anordningar, som oftast hemlighålles. Men ännu så länge har ingen systematiskt undersökt hur de olika behandlingarna inverkar på betongens fysikaliska och mekaniska egenskaper. Ingen har heller undersökt vilka möjligheter man har att öka mekaniseringen. Det skulle vara mycket värdefullt för byggnadsindustrin i Frankrike om sådana undersökningar kunde sättas i gång inom den närmaste framtiden.

Andra möjliga lösningar

Denna redogörelse har begränsats till sådana system där man använder betong eller armerad betong. Därmed är inte sagt att man inte har försökt andra lösningar i Frankrike. Det är mycket möjligt att t. ex. de få försöken att använda vanligt armerat betongskelett tillsammans med lätta element, klädda med plåt som ger färdiga ytor, kommer att efterföljas av andra som är baserade på samma princip. Även här tycks den utvändig ytbehandlingen vålla de största bekymren.

Man bör i detta sammanhang också nämna de värdefulla bidragen som kommit från den del av industrin som specialiserat sig på lätta konstruktioner. De vanligaste systemen använder följande material:

Trä och produkter därav.

Eternit.

Stål- och aluminiumlegeringar.

Gipselement för invändig beklädnad, ibland i våningshöjd.

Dessa system med lätta konstruktioner har utfallit väl, även om de inte användes i samma utsträckning eller överensstämmer med den teknik som förut beskrivits i samband med de andra systemen. Av allt att döma kommer de emellertid att användas för småhus i större utsträckning än hittills.

BJÄLKLAG

Betongbjälklag med monteringsbara element är inte någon nyhet i Frankrike, då sådana system har använts de senaste 25 åren.

Bjälklag med tegelsparkroppar har varit mycket vanliga ända sedan år 1930. Emellertid har bl. a. det höga priset på tegel och armeringsstål efter kriget gett upphov till en hel del nya system (över 120), där olika principer kommit till användning. Det skulle föra för långt och skulle också ha mindre värde att ge en översikt över alla dessa bjälklagstyper. I stället skall här skisseras utvecklingslinjerna, sådana som de synes vara f. n.

Monteringsbara balkbjälklag

Tillämpningen av system som använder monteringsbara betongelement med T-, I-, U-, vinkel- eller lådformade sektioner har inte alltid visat sig vara helt tillfredsställande, och sprickor i taken har uppstått, vilket förmodligen beror på fogarnas utformning. Det är därför inte att förvåna sig över att konstruktörer ofta tycks vara mycket skeptiska mot dessa system. Byggnadsfirmorna anser dessutom att dessa system är oekonomiska och använder dem därför inte.

Bjälklagssystem med tegelsparkroppar

Arkitekter visar en tydlig förkärlek för bjälklagstyper där tegelement bildar en kontinuerlig och jämn underyta. Vanligen tror man, utan någon verkligt motiverad anledning, att dessa ger det bästa taket. Byggnadsfirmorna tycks vara fullt beredda att slå in på samma väg, inte minst därför att elementen är lätta att använda.

Bjälklagstyper med betongsparkroppar

Dessa system har använts i stor utsträckning och på ett tekniskt riktigt sätt. Sparkropparna mellan de monteringsbara balkarna är ibland utformade så att

de själva överför lasten till balkarna. I allmänhet överföres dock den huvudsakliga lasten av en betongplatta som gjutes på platsen över balkar och sparkroppar. Överflänsen i de senare kan i sådana fall räknas in i den bärande konstruktionen.

Problem i samband med bjälklagskonstruktioner

Betong är helt dominerande som material till bjälklag i Frankrike. Såväl traditionella som icke traditionella betongbjälklag har därför också studerats ingående sedan åtskilliga år tillbaka. Utgår man från samma förutsättningar finner man av allt att döma att de flesta av dem är ungefär likvärda ur teknisk och ekonomisk synpunkt. Bjälklaget har en viss given uppgift och det torde vara svårt att klara av den utan att komma upp till en viss kostnadsnivå.

Även om våra moderna bjälklagstyper är helt tillfredsställande ur konstruktiv synpunkt och även om brandsäkerheten hos dem också är tillfredsställande, återstår dock det betydande ljudisoleringsproblemet. Vi har fortfarande inte något medel att göra en tillfredsställande jämförelse mellan de olika bjälklagstypernas stöt- och luftljudisolerings- och de olika metoderna att förbättra isoleringen har hittills inte varit ekonomiska.

Slutligen skulle man vilja fråga, om det under nuvarande förhållanden inte kan finnas förutsättningar att återigen ta upp frågan om monteringsbara bjälklag i större enheter. Skulle det inte vara intressant att i några fall tillverka bjälklagselement som täcker ett helt rum? Det är ingen tvekan om att det skulle vara mera ekonomiskt och enklare med ett traditionellt bjälklag med sparkroppar, om man bara slapp använda formar och understötning. Det är just elimineringen av dem och de bättre arbetsförhållandena i verkstaden som gör det möjligt för monteringsbara system att så väl konkurrera med traditionella konstruktioner. Om ett traditionellt bjälklag kunde tillverkas på verkstadsgolvet och transporteras och placeras med hjälp av lämpliga anordningar, skulle fördelarna hos gamla och nya metoder kombineras. Hanteringssvårigheterna bör emellertid inte underskattas, då bjälklaget över ett rum om 10 m² väger mellan två och fyra ton. Men om man sätter sig in i vad det betyder att kunna montera bjälklagselement som har fullt färdiga ytor, förstår man hur lockande lösningen är för sådana entreprenörer, som skall bygga ut stora bostadsområden, särskilt om de redan förut har lyftanordningar som är avsedda för montering av väggelement med liknande vikt.

Metoden har försökts på två byggnadsplatser i Frankrike och den har haft mycket stor framgång trots ogynnsamma väderleksförhållanden (regn och blåst). Även på andra byggnadsplatser har man för avsikt att använda den. Vanliga trägolv kan inte användas i dessa konstruktioner, då man alltid måste vara beredd på omkastningar i vädret. Speciella ytbehandlingsmetoder måste därför tillgripas.

Det är tydligt att problemet i samband med den fortsatta utvecklingen av dessa bjälklagssystem framför allt gäller ytbehandlingen. Om man kan lösa det ungefär efter samma linjer som de tidigare nämnda väggelementen, kan det bli möjligt att få fram billigare bjälklagskonstruktioner.